

TREBALL DE FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

# **INSTAL·LACIONS D'UNA NAU INDUSTRIAL**



**Memòria i annexos**

**Autor:** Ferran Nogués Grangé  
**Director:** Juan Antonio García-Alzórriz  
**Convocatòria:** Juny 2018



## **Resum**

En aquest projecte es defineixen i s'estableixen els requisits i criteris mínims per al dimensionament i disseny de la instal·lació elèctrica, instal·lació contra incendis, el sistema d'enllumenat i la instal·lació de climatització i ventilació d'una nau industrial d'acord amb la normativa vigent. En aquesta nau industrial s'hi duran a terme anàlisis i assajos tècnics de productes metal·lúrgics. A més, també es fa una valoració de l'impacte mediambiental de l'activitat que es desenvolupa a la nau en qüestió.

En aquest projecte, també s'inclouen els càlculs, plànols i esquemes realitzats per tal de justificar les solucions obtingudes així com el pressupost de cada una de les instal·lacions esmentades anteriorment.

## Resumen

En este proyecto se definen y se establecen los requisitos y criterios mínimos para el dimensionamiento y diseño de la instalación eléctrica, instalación contra incendios, el sistema de alumbrado y la instalación de climatización y ventilación de una nave industrial de acuerdo con la normativa vigente. En esta nave industrial se desarrollará la actividad de análisis y ensayos técnicos de productos metalúrgicos. Además, también se hará una valoración del impacto medioambiental de la actividad que se lleva a cabo en la nave en cuestión.

En este proyecto, también se incluyen los cálculos, planos y esquemas realizados para justificar las soluciones obtenidas, así como el presupuesto de cada una de las instalaciones mencionadas anteriormente.



## **Abstract**

In this project, the requirements and minimum criteria for the sizing and design of the electrical installation, fire installation, the lighting system and the installation of air conditioning and ventilation of an industrial building in accordance with the current regulations are defined and established. The activity developed in this industrial building will be the analysis and technical trials of metallurgical products. In addition, an assessment of the environmental impact of the activity carried out in the building will be made.

In this project there are included calculations, plans and schemes made to justify the solutions obtained, as well as the budget of each of the installations mentioned above.



## Agraïments

Voldria agrair al professor Juan Antonio García-Alzórriz per haver-me tutoritzat aquest treball de fi de grau.

També al senyor Ángel Bermejo, el meu tutor de pràctiques, agrair-li la seva ajuda en moments puntuals de dubte. Per últim, agrair a la meva família el suport dels mesos que ha durat la realització del treball.









# Índex

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>V</b>
<b>1. CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ</b>	<b>3</b>
1.1. Objectiu del treball.....	3
1.2. Abast del treball .....	3
1.3. Estat actual.....	4
1.4. Localització de la nau industrial.....	4
1.5. Descripció de la nau industrial.....	5
1.6. Distribució interna de la nau industrial .....	6
1.7. Descripció de l'activitat.....	7
1.8. Processos de l'activitat.....	7
1.9. Classificació de l'activitat .....	8
1.10. Maquinària .....	8
1.11. Normativa d'aplicació .....	9
<b>2. CAPÍTOL 2: INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA</b>	<b>10</b>
2.1. Objectiu i àmbit d'aplicació .....	10
2.2. Aspectes generals .....	10
2.2.1. Instal·lacions que requereixen projecte.....	10
2.2.2. Tipus d'energia i procedència .....	10
2.3. Previsió de càrregues.....	11
2.3.1. Descripció dels receptors .....	11
2.3.2. Càlcul de les potències .....	16
2.3.3. Compensació de reactiva .....	17
2.4. Instal·lació d'enllaç.....	18
2.4.1. Tipologia de la instal·lació .....	18
2.4.2. Caixa general de Protecció i Mesura .....	18
2.4.3. Derivació individual .....	20
2.4.4. Interruptor de control de potència .....	23
2.4.5. Dispositius generals de comandament i protecció.....	23

2.5.	Instal·lació de posta a terra .....	26
2.5.1.	Requisits de la instal·lació .....	26
2.5.2.	Esquema de distribució.....	27
2.5.3.	Conductors de protecció.....	27
2.5.4.	Càlcul del valor màxim de la resistència de posta a terra .....	27
2.5.5.	Càlcul de la resistència de posta a terra .....	28
2.5.6.	Comprovació de la tensió màxima de contacte .....	30
2.6.	Instal·lació interior .....	30
2.6.1.	Conductors .....	30
2.6.2.	Subdivisió de les instal·lacions .....	35
2.6.3.	Equilibrat de càrregues .....	35
2.6.4.	Sistemes d'instal·lació .....	35
2.6.5.	Canalitzacions.....	36
2.6.6.	Mecanismes .....	41
2.7.	Proteccions .....	44
2.7.1.	Protecció contra sobreintensitats.....	44
2.7.2.	Protecció contra sobretensions.....	48
2.7.3.	Protecció contra contactes directes i indirectes .....	48
2.8.	Quadres de protecció i distribució .....	49
2.8.1.	Arquitectura de la instal·lació .....	49
2.8.2.	Quadre general de baixa tensió.....	50
2.8.3.	Subquadre 1 zona oficina administrativa .....	55
2.8.4.	Subquadre 2 zona taller 1: Sala davant .....	59
2.8.5.	Subquadre 3 taller 2: Sala darrere .....	62
2.8.6.	Subquadre 4 zona oficina tècnica .....	65
2.8.7.	Subquadre 3.1 zona pati exterior .....	68
<b>3.</b>	<b>CAPÍTOL 3: SISTEMA D'ENLLUMENAT .....</b>	<b>72</b>
3.1.	Objecte i àmbit d'aplicació .....	72
3.2.	Requisits de la instal·lació interior.....	72
3.2.1.	Nau industrial .....	72
3.3.	Lluminàries enllumenat general interior.....	74
3.3.1.	Lluminàries BY121P G3 .....	74
3.3.2.	Lluminàries AURA LUNARIA G3 .....	75
3.3.3.	Lluminàries Downlight DN 130B .....	75
3.3.4.	Lluminàries SM534C PSD L1450 .....	75
3.3.5.	Lluminàries SM150C L1440.....	76



3.4.	Estudi lumínic enllumenat general interior .....	76
3.4.1.	Estudi lumínic Magatzem .....	77
3.4.2.	Estudi lumínic Taller Planta Baixa: Sala 1 (Davant) .....	80
3.4.3.	Estudi lumínic Taller Planta Baixa: Sala 2 (Darrere) .....	83
3.4.4.	Estudi lumínic Sanitaris Planta Baixa .....	85
3.4.5.	Estudi lumínic Vestidor .....	94
3.4.6.	Estudi lumínic Sala de reunions Planta Baixa .....	96
3.4.7.	Estudi lumínic Sala Eines .....	98
3.4.8.	Estudi lumínic Sala Manteniment .....	100
3.4.9.	Estudi lumínic Sala d'Anàlisi i assajos .....	103
3.4.10.	Estudi lumínic Sala Polivalent .....	105
3.4.11.	Estudi lumínic Altell 1: Oficina tècnica .....	107
3.4.12.	Estudi lumínic Altell 1: Assajos tècnics .....	110
3.4.13.	Estudi lumínic Altell 1: Despatx direcció tècnica .....	112
3.4.14.	Estudi lumínic Altell 1: Despatx direcció qualitat .....	114
3.4.15.	Estudi lumínic Altell 1: Lavabos .....	117
3.4.16.	Estudi lumínic Altell 2: Oficina administrativa .....	121
3.4.17.	Estudi lumínic Altell 2: Despatx .....	123
3.4.18.	Estudi lumínic Altell 2: Sala reunions .....	125
3.5.	L·luminàries d'emergència .....	128
3.6.	Enllumenat exterior .....	129
3.6.1.	Prevençió de la contaminació lumínica .....	129
3.6.2.	Zonificació .....	129
3.6.3.	Característiques d'instal·lacions i d'aparells d'il·luminació exterior .....	129
3.6.4.	L·luminàries exteriors .....	132
3.7.	Mecanismes de comandament manual .....	133
3.7.1.	Interruptor 10 A - 250 V, sèrie Plexo IP-55 de la marca Legrand .....	133
3.7.2.	Interruptor 10 A - 250 V, sèrie 82 de la marca Simon .....	133
3.7.3.	Commutador 10 A - 250 V, sèrie Plexo IP-55 de la marca Legrand .....	133
<b>4.</b>	<b>CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS .....</b>	<b>135</b>
4.1.	Objecte i àmbit d'aplicació .....	135
4.1.1.	Compatibilitat reglamentària .....	135
4.2.	Inspeccions i periodicitat .....	135
4.3.	Comunicació d'incendis .....	136
4.4.	Caracterització de l'establiment .....	136

4.4.1.	Caracterització de l'establiment industrial per la seva configuració i ubicació amb relació al seu entorn .....	136
4.4.2.	Caracterització de l'establiment industrial pel seu nivell de risc intrínsec .....	137
4.5.	Requisits constructius.....	139
4.5.1.	Sectorització dels establiments industrials.....	139
4.5.2.	Materials .....	139
4.5.3.	Estabilitat al foc dels elements constructius portants .....	142
4.5.4.	Resistència al foc dels elements constructius de tancament.....	142
4.6.	Evacuació dels establiments industrials.....	145
4.6.1.	Ocupació .....	145
4.6.2.	Número de sortides i longitud del recorregut d'evacuació .....	145
4.6.3.	Disposició de les escales .....	146
4.6.4.	Dimensionament de sortides, passadissos i escales .....	146
4.6.5.	Característiques de les portes .....	147
4.6.6.	Característiques de les escales .....	147
4.6.7.	Senyalització i il·luminació .....	148
4.7.	Ventilació i eliminació dels fums i gasos de la combustió en els edificis industrials .....	148
4.8.	Emmagatzematge.....	149
4.9.	Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis.....	150
4.9.1.	Sistemes automàtics de detecció contra incendis .....	150
4.9.2.	Sistemes manuals d'alarma d'incendi .....	151
4.9.3.	Sistemes de comunicació d'alarma .....	151
4.9.4.	Sistemes d'abastiment d'aigua contra incendis.....	151
4.9.5.	Sistemes d'hidrants exteriors .....	152
4.9.6.	Extintors d'incendi .....	153
4.9.7.	Sistemes de boques d'incendi .....	155
4.9.8.	Sistemes de columna seca .....	159
4.9.9.	Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua .....	159
4.9.10.	Sistemes d'aigua polvoritzada .....	159
4.9.11.	Sistemes d'escuma física.....	160
4.9.12.	Sistemes d'extinció per pols .....	160
4.9.13.	Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos .....	160
4.9.14.	Sistemes d'enllumenat d'emergència .....	161
<b>5.</b>	<b>CAPÍTOL 5: INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ I CLIMATITZACIÓ .....</b>	<b>163</b>
5.1.	Objecte i àmbit d'aplicació .....	163

5.2.	Aspectes generals .....	163
5.2.1.	Instal·lació tèrmica .....	163
5.2.2.	Tipus d'instal·lació tèrmica.....	163
5.3.	Ventilació.....	164
5.3.1.	Anàlisi de la ventilació natural.....	164
5.3.2.	Ventilació forçada.....	167
5.4.	Climatització.....	168
5.4.1.	Locals a tractar.....	168
5.4.2.	Paràmetres de càlcul .....	168
5.4.3.	Mètode de càlcul simplificat .....	169
5.4.4.	Resultats .....	178
5.4.5.	Equips de calefacció i refrigeració escollits .....	178
5.4.6.	Disseny de la xarxa de distribució .....	180
<b>6.</b>	<b>ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL .....</b>	<b>183</b>
6.1.	Objectiu .....	183
6.2.	Aspectes considerats .....	183
6.2.1.	Instal·lació elèctrica .....	183
6.2.2.	Enllumenat.....	183
6.2.3.	Materials.....	184
6.2.4.	Rendiment equips de climatització .....	184
6.3.	Conclusions anàlisi ambiental.....	184
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>185</b>
<b>8.</b>	<b>PRESSUPOST .....</b>	<b>187</b>
8.1.	Resum de pressupost.....	187
8.2.	Instal·lació elèctrica de baixa tensió .....	188
8.2.1.	Instal·lació d'enllaç .....	188
8.2.2.	Quadre General de Baixa Tensió .....	189
8.2.3.	Subquadre 1: Oficina administrativa Altell 2 .....	192
8.2.4.	Subquadre 2: Taller Sala davant.....	194
8.2.5.	Subquadre 3: Taller Sala Darrere .....	196
8.2.6.	Subquadre 4: Oficina tècnica Altell 1 .....	199
8.2.7.	Subquadre 3.1. : Pati exterior.....	201
8.2.8.	Instal·lació de posta a terra .....	202
8.3.	Sistema d'enllumenat .....	203
8.3.1.	Enllumenat nau industrial PB .....	203

8.3.2. Enllumenat Altell 1.....	204
8.3.3. Enllumenat Altell 2.....	204
8.3.4. Enllumenat Pati exterior .....	205
8.3.5. Mecanismes .....	205
8.4. Instal·lació contra incendis .....	206
8.5. Instal·lació de ventilació i climatització .....	207
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>211</b>
<b>ANNEXOS .....</b>	<b>215</b>





# 1. Capítol 1: Introducció

En aquest primer capítol es defineix l'objecte del projecte, l'abast del mateix, l'activitat que s'hi duu a terme, les instal·lacions que es desenvoluparan i la normativa necessària per tal de complir amb els requisits legals. A més, també es detallen les característiques principals de l'edifici industrial en el qual s'hi realitzen les instal·lacions.

## 1.1. Objectiu del treball

Aquest projecte té com a objecte el disseny i dimensionament de la instal·lació elèctrica de Baixa Tensió, instal·lació contra incendis, el sistema d'enllumenat i la instal·lació de climatització i ventilació, d'acord amb la normativa vigent, d'una nau industrial destinada a l'anàlisi i assajos tècnics de productes metal·lúrgics.

## 1.2. Abast del treball

L'abast d'aquest projecte comprendrà l'estudi, càlculs i justificació de les mesures que s'han adoptat per tal de realitzar el disseny i dimensionament de la instal·lació elèctrica, l'enllumenat de la nau industrial, la instal·lació contra incendis i les instal·lacions de climatització i ventilació.

Els estudis que es realitzaran per tal de fer el dimensionament i disseny de les instal·lacions de la nau són els següents:

- Anàlisi de les càrregues elèctriques existents de la nau industrial i el consum real que suposen.
- Càlcul i disposició de l'enllumenat, tant general com d'emergència.
- Disseny i dimensionament de la instal·lació elèctrica.
- Disseny i càlcul de la posta a terra.
- Disseny i anàlisi de les instal·lacions contra incendis necessàries.
- Anàlisi i disseny de les instal·lacions per a una correcta ventilació i climatització de la nau industrial.

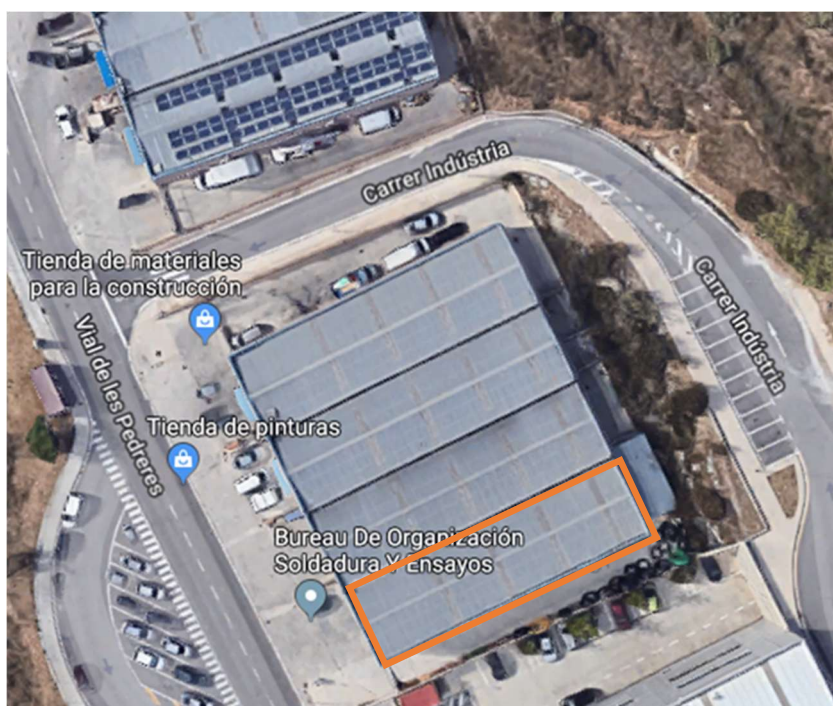
Totes les instal·lacions, anteriorment esmentades, seran dissenyades i dimensionades d'acord amb la normativa vigent. També es realitzarà el pressupost de cada una de les instal·lacions a més d'analitzar l'impacte mediambiental de la nau.

### 1.3. Estat actual

Es disposa d'una nau industrial en la qual s'ha de realitzar una reforma completa de la instal·lació elèctrica, enllumenat, instal·lació de ventilació i climatització i el projecte contra incendis degut a un canvi d'activitat que obliga a un replantejament d'aquestes instal·lacions. La nau en qüestió té una superfície total de 587 m<sup>2</sup> i està situada al carrer Vial de les Pedreres al municipi de Montgat (Barcelona). La nova activitat que s'hi durà a terme és la d'Anàlisis i assajos tècnics metal·lúrgics.

### 1.4. Localització de la nau industrial

La nau industrial es troba al carrer Vial de les Pedreres, NAU C1 08390 al municipi de Montgat (Barcelona).



**Figura 1.1.-**Vista aèria de la nau industrial (Font: Google maps)[32].

A la següent taula es mostren les coordenades UTM de la nau industrial del present projecte:

**Taula 1.1.-** Coordenades UTM de la nau industrial.

X:	Y:	FUS:	HEMISFERI:
438952	4590973	31T	NORD



## 1.5. Descripció de la nau industrial

La nau industrial del projecte forma part d'un conjunt de 4 naus industrials. Així doncs, la nau del present projecte és la nau C1, la nau situada més a la dreta, d'un conjunt de 4 naus.

La nau C1 limita pel davant amb el carrer principal, el Vial de les Pedreres, a la dreta amb un pati lateral propietat de la mateixa nau C1 i a l'esquerra amb la nau C2. A més, a la part del darrere hi ha un pati posterior al que s'hi accedeix per una porta central des de dins de la nau.

La nau C1 és una edificació entre mitgeres. L'alçada màxima de la nau al punt mig de la coronació és de 8,40m, i fa 35,00m de llargada i presenta una amplada de 10,00m. El pati posterior de la nau fa 10,00m d'amplada i 5,00m de llargada i el pati lateral fa 5,60m d'amplada i 40,00m de fons.

L'estructura de la nau és de formigó prefabricat. La coberta és de pendent doble i es basa en una biga peraltada de pendent doble. Un entramat de corretges alveolars recolza sobre aquesta biga i conforma l'estructura de coberta.

Les dues façanes exteriors, les que donen al carrer Vial de les Pedreres i al pati posterior, estan formades per panells arquitectònics verticals prefabricats subjectats als elements estructurals amb acabat àrid vist de color beix. Les mides de cada un d'aquests panells verticals són de 2,50m d'amplada, 9,00m d'altura i 0,2m de gruix (2,50x9,00x0,2m). Els sistemes d'unió entre els diferents mòduls ja venen incorporats en les mateixes peces i són fets de junta seca. A més, els junts verticals, per tal que no quedin oberts, estan segellats mitjançant silicona elàstica.

El tancament lateral que hi ha entre la nau C1 i la C2 i el tancament de la façana exterior posterior estan formats per panells de formigó prefabricat horitzontals amb acabat llis. Els panells del tancament lateral són de 6,60m d'amplada, 2,40m d'altura i 0,2m de gruix (6,60x2,40x0,2m). Els de la façana posterior són de 10,00m d'amplada, 2,40m d'altura i 0,2m de gruix (10,00x2,40x0,2m). Les juntes horitzontals són de tipus encadellat ja que el costat llarg inferior de les plaques té un cantell "mascle" i el llarg inferior "femella".

Pel que fa als accessos, la nau consta d'un total de dos que estan situats a la façana que dona al carrer Vial de les Pedreres. El primer accés és una porta de 5,00x5,00m basculant de xapa simple galvanitzada centrada a la façana que s'utilitzarà per a l'entrada de mercaderies. L'altre accés es tracta d'una porta que es troba al lateral esquerre de la façana, amb unes dimensions de 2,10x1,00m de xapa d'acer pintada de color blau amb obertura exterior lateral esquerre. Cal destacar que la nau també consta d'una porta al "taller: Sala darrera" situada a la paret que dona al pati exterior de la nau industrial, tot i que no s'utilitza com a accés.

El tancament lateral entre la Nau C1 i la C2 i el tancament de la façana exterior posterior estan formats per panells de formigó prefabricat horitzontals amb acabat llis. Els del tancament lateral tenen 6,60m (ample) x 2,40m (alt)x0,2m (gruix). Els panells de la façana posterior tenen 10,00m (ample) x 2,40m (alt) x 0,2m (gruix). El costat llarg inferior de les plaques té un cantell "mascle" i el llarg inferior "femella", per tant, les juntes horitzontals entre les dues peces són del tipus encadellat.

La part superior de la façana com a coronament continu de la mateixa està formada per una xapa metàl·lica plegada amb forma de "U" inversa, de color blau formant goteró pels dos costats.

## 1.6. Distribució interna de la nau industrial

La distribució interna de la nau industrial és la següent:

**Taula 1.2.- Distribució interna de la nau industrial.**

ÚS	SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA [m <sup>2</sup> ]
Planta baixa. Magatzem	154,00
Planta baixa. Tallers	140,00
Planta baixa. Sala d'eines	11,00
Planta baixa. Manteniment	13,00
Planta baixa. Sala reunions	17,00
Planta baixa. Sala polivalent	14,50
Planta baixa. Lavabos i vestidor	18,50
Altell 1. Oficina tècnica, sala assajos i lavabos	140,00
Altell 2. Oficina d'administració i gerència	79,00
<b>TOTAL SUPERFÍCIE CONSTRUÏDA</b>	<b>587,00</b>

Així doncs, la superfície total de la nau, tal i com es pot observar a la taula anterior, és de 587 m<sup>2</sup>. A més, la planta baixa, per tal de desenvolupar l'activitat, està dividida en unes determinades zones de treball:

- Zona d'entrada i d'identificació dels materials a assajar
- Tallers de mecanitzats
- Zones d'assajos mecànics:
  - Compensió
  - Metal·logràfics
  - Òptics i metal·lúrgics
  - Duròmetres

## 1.7. Descripció de l'activitat

En aquesta nau industrial es realitzen anàlisis i assajos tècnics de productes metal·lúrgics. Aquesta activitat és una activitat de taller mecànic ja que dins de la nau actuen sobre les peces metàl·liques, peces amb soldadures, etc. portades pels seus clients per sotmetre-les a compressió mitjançant les premses, efectuar-ne talls, etc. per a continuació observar-les a través d'un microscopi i, d'acord amb els seu coneixement tècnic mecànic, extreure les conclusions i emetre l'informe de l'element mecànic tenint en compte que és una empresa acreditada per ENAC amb número 640/L8873.

## 1.8. Processos de l'activitat

Les matèries primeres són rebudes i emmagatzemades temporalment en un espai delimitat a l'entrada de la nau. Cal destacar que les matèries primeres normalment es van adquirint segons el consum que es vagi produint de cadascuna d'elles. Els processos duts a terme des del moment en què arriba el producte es descriuen a continuació:

- 1) Comanda del client a l'empresa sol·licitant l'anàlisi i informe d'un metall.
- 2) Comanda de compra al proveïdor escollit per a la compra de les matèries primeres necessàries.
- 3) Recepció dels productes: el material es rep (metalls) entregat per un transportista. El material arriba empaquetat en una caixa de cartró.
- 4) Descàrrega dels productes: es descarrega el gènere i se situa a la zona de recepció.
- 5) Emmagatzematge del producte: s'emmagatzemen els materials als llocs indicats de la nau.
- 6) Anàlisi i assaig dels productes del metall: aquesta operació es repeteix diverses vegades al dia, donat que consisteix en agafar la peça de metall, d'acord amb la planificació de la producció, per a la seva anàlisi. Així doncs, l'assaig consisteix en portar les peces de metall a les màquines de la sala d'assajos o als tallers d'acord amb cada cas.
- 7) Utilització de les altres matèries: s'agafaran les altres matèries en la mesura necessària per al seu ús.
- 8) Preparació de l'informe: una vegada fetes les proves mecàniques es prepararà l'informe final d'acord amb cada petició.
- 9) Finalització del procés: es donarà el procés com a acabat quan el client hagi rebut la documentació amb l'informe i aquest doni per satisfeta la feina executada.

## 1.9. Classificació de l'activitat

L'activitat que es realitzarà a la nau industrial es classifica de la següent manera segons *CNAE 2018* (*Clasificación nacional de actividades económicas 2018*) [33]:

*M- Actividades profesionales, científicas y técnicas*

*71- Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos*

*712- Ensayos y análisis técnicos*

*7120- Ensayos y análisis técnicos.*

## 1.10. Maquinària

La maquinària que s'instal·larà a la nau industrial per tal de poder realitzar l'activitat correctament serà la següent:

- 1. Prensa 100 kN MC02.
- 2. Pensa Formigó 1200 kN.
- 3. Pensa 500 kN.
- 4. Pensa 1000 kN DICPC.
- 5. Pèndol MC18.
- 6. Forn 1.
- 7. Forn 2.
- 8. Forn 3.
- 9. Serra Vertical.
- 10. Polidora (1).
- 11. Polidora (2).
- 12. Polidora (3).
- 13. Polidora (4).
- 14. Polidora (5).
- 15. Taladre.
- 16. Tronçadora (1).
- 17. Tronçadora (2).
- 18. Fresadora Gran.
- 19. Fresadora Petita.

- 20. Torn.
- 21. Serra.
- 22. Serra Petita.
- 23. Serra Mitjana.
- 24. Radials.
- 25. Bany AV105.
- 26. Bany M92.
- 27. Duròmetre MC35.
- 28. Duròmetre MC05.
- 29. Duròmetre MC36.
- 30. Duròmetre MC04
- 31. Duròmetre M31.
- 32. Duròmetre MC21.
- 33. Duròmetre M90.
- 34. Duròmetre M91.
- 35. Espectrògraf M21 Argon.

### **1.11. Normativa d'aplicació**

1. *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT).*
2. *Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI).*
3. *Codi Tècnic d'Edificació (CTE).*
4. *Reglament de senyalització dels centres de treball.*
5. *Classificació Nacional d'activitats econòmiques (CNAE-2018).*
6. *Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI).*
7. *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE).*
8. *Vademècum de Fecsa Endesa.*
9. *Instrucció 1/2014 de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya.*

## 2. Capítol 2: Instal·lació elèctrica

En aquest capítol s'explicaran i descriuran els requisits mínims que ha de complir la instal·lació elèctrica del present projecte i les solucions adoptades en cada cas per tal de complir-los.

### 2.1. Objectiu i àmbit d'aplicació

Aquest capítol té per objecte el dimensionament de les instal·lacions elèctriques de Baixa Tensió necessàries de la nau industrial segons la normativa vigent. Així doncs, s'haurà de complir el *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT)* aprovat al *Reial Decret 842/2002* del 2 d'agost i publicat al BOE 224 de 18 de setembre del 2002 [1] a part de complir també amb les instruccions tècniques complementàries i la normativa de l'empresa subministradora, en aquest cas, Fecsa-Endesa, ja que la nau es troba situada a Catalunya. Així doncs, també se seguiran les especificacions del *Vademècum* [5] i la *NTP* (norma tècnica particular) [4], tots dos de Fecsa-Endesa. A més, pel càlcul de la previsió de càrregues se seguirà la instrucció 1/2014 de 19 de març, de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya [3].

### 2.2. Aspectes generals

#### 2.2.1. Instal·lacions que requereixen projecte

Tal i com s'estableix a la *ITC-BT-04* del *REBT* [1], les instal·lacions corresponents a indústries en general requereixen projecte sempre que la potència prevista sigui més gran de 20 kW. Com que en aquest projecte es supera el número en qüestió, s'ha d'elaborar un projecte, servint aquest capítol de la memòria com a resposta a aquest requisit establert per la norma.

#### 2.2.2. Tipus d'energia i procedència

L'energia elèctrica és subministrada per l'empresa Endesa mitjançant la xarxa existent a la nau del carrer Vial de les Pedreres NAU C1 a Montgat.

Les instal·lacions elèctriques han de ser realitzades per instal·ladors autoritzats en baixa tensió. A més, per a les instal·lacions que requereixin de projecte, com en el cas actual, la seva execució haurà de comptar amb un tècnic titulat competent.

La tensió de subministrament és trifàsica de 3x230/400 V.

## 2.3. Previsió de càrregues

### 2.3.1. Descripció dels receptors

Es defineixen com a receptors el conjunt de dispositius que reben energia elèctrica. A continuació, es defineixen els diferents tipus de receptors que s'instal·laran a la nau industrial classificats segons la tipologia a la qual pertanyin. A més, també es descriuen el conjunt de factors considerats pel càlcul de la previsió de càrregues.

Així doncs, els receptors que s'instal·laran a la nau industrial es classifiquen en les següents tipologies:

#### 2.3.1.1. Enllumenat

En aquest apartat s'inclouen tot els receptors destinats a il·luminació, és a dir, tant enllumenat general com d'emergència, de les diferents zones que formen la nau industrial.

A la primera de les següents taules es mostren els tipus d'enllumenat general i a la segona els tipus d'enllumenat d'emergència a instal·lar en cada zona, les unitats corresponents de cada un d'ells i la potència prevista que resulta del producte de les unitats per la potència unitària i pel coeficient considerat. Aquest coeficient ve determinat per la *ITC-BT-44* del *REBT* [1]. En el cas de làmpades de descàrrega (làmpades fluorescents, de vapor de mercuri amb halogenurs o de vapor de sodi) té un valor de 1,8. Donat que actualment totes les lluminàries que s'instal·laran al present projecte, per temes de eficiència energètica, són LED aquest factor corrector passa a tenir un valor de 1.

**Taula 2.1.- Potència prevista de l'enllumenat general de la nau industrial.**

N	DENOMINACIÓ	ZONA	UT.	POTÈNCIA UNITÀRIA (W)	COEF.	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	Campana industrial LED BY121P G3 Philips làmpada de 155W/4000K/20500lm	Magatzem	4	155	1	620
2	Lluminària LED SM150C Philips de 1440 mm de 55W/4000K/6000lm	Magatzem	5	55	1	275
3	Lluminària LED SM534C PSD Philips 1450 mm de 44W/4000K/5000lm	Sales adjacents magatzem	9	44	1	396
4	Lluminària LED SM150C Philips de 1440 mm de 55W/4000K/6000lm	Tallers 1 i 2	24	55	1	1.320
5	Downlight LED DN130B Philips de 20cm de diàmetre de 22W/4000K/2100lm	Lavabos PB	5	22	1	110
6	Downlight LED DN130B Philips de 20cm de diàmetre de 22W/4000K/2100lm	Altell 1	1	22	1	22
7	Downlight LED DN130B Philips de 20cm de diàmetre de 22W/4000K/2100lm	Lavabos altell 1	2	22	1	44
8	Panel·l LED 59,5x59,5 cm 39W/4000K/4870lm Aura Lunaria d'Aura Light	Altell 1	25	39	1	975
9	Panel·l LED 59,5x59,5 cm 39W/4000K/4870lm Aura Lunaria d'Aura Light	Altell 2	15	39	1	585
10	Projector LED Ledinaire Floodlight Mini BVP105 sense sensor de 50W/4000K/4500lm	Pati exterior	2	50	1	100
			POTÈNCIA ENLLUMENAT (W) =			4.447

**Taula 2.2.- Potència prevista de l'enllumenat d'emergència de la nau industrial.**

N	DENOMINACIÓ	ZONA	UT	POTÈNCIA UNITÀRIA (W)	COEF.	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Magatzem	12	6	1	72
2	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Sales adjacents magatzem	6	6	1	36
3	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Tallers 1 i 2	16	6	1	96
4	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Lavabos PB	4	6	1	24
5	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Altell 1	9	6	1	54
6	Lluminària d'emergència URA21 LED de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm	Altell 2	5	6	1	30
			POTÈNCIA ENLLUMENAT (W) =			312

Pel càlcul de la previsió de càrregues, tant a l'enllumenat general com al d'emergència se'ls hi aplicaran uns factors d'utilització unitaris i simultaneïtat.

### 2.3.1.2. Maquinària

En aquesta tipologia s'inclouen els receptors que permetran la realització de l'activitat que es durà a terme a l'establiment industrial. Cal destacar que en aquest apartat també s'inclouen els equips de les oficines, com ara ordinadors, impressores, etc.

D'aquesta manera, a la taula que s'adjunta a continuació es mostren totes les màquines que s'instal·laran a cada una de les zones, les unitats corresponents de cada un d'elles i la potència prevista que resulta del producte de les unitats per la potència unitària.



**Taula 2.3.- Potència prevista de la maquinària de la nau industrial.**

N.	DENOMINACIÓ	ZONA	POTÈNCIA UNITÀRIA(W)	UT	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	Prensa 100kN MC02	Taller 1 i 2	2.300	1	2.300
2	Prensa Formigó 1200kN	Taller 1 i 2	3.500	1	3.500
3	Prensa 500kN	Taller 1 i 2	3.500	1	3.500
4	Prensa 1000kN DICPC	Taller 1 i 2	3.500	1	3.500
5	Pèndol MC18	Taller 1 i 2	500	1	500
6	Forns 1, 2, 3	Taller 1 i 2	3.500	3	10.500
7	Serra Vertical	Taller 1 i 2	1.700	1	1.700
8	Polidores 1 i 2	Taller 1 i 2	700	2	1.400
9	Taladre	Taller 1 i 2	350	1	350
10	Tronçadora (1)	Taller 1 i 2	2.100	1	2.100
11	Tronçadora (2)	Taller 1 i 2	2.800	1	2.800
12	Fresadora Gran	Taller 1 i 2	2.200	1	2.200
13	Fresadora petita	Taller 1 i 2	2.400	1	2.400
14	Torn	Taller 1 i 2	4.650	1	4.650
15	Serra	Taller 1 i 2	2.500	1	2.500
16	Serra Petita	Taller 1 i 2	1.100	1	1.100
17	Serra Mitjana	Taller 1 i 2	2.100	1	2.100
18	Radials	Taller 1 i 2	2.200	2	4.400
19	Duròmetres	Taller 1 i 2	50	8	400
20	Estufa 1	Taller 1 i 2	1.000	1	1.000
21	Estufa 2	Taller 1 i 2	1.400	1	1.400
22	Polidores 3, 4, 5	Altell 1	700	3	2.100
23	Bany AV105	Altell 1	1.500	1	1.500
24	Bany M92	Altell 1	1.200	1	1.200
25	Espectrògraf M21 Argon	Altell 1	650	1	650
26	Ordinadors	Altell 1	250	7	1.750
27	Nevera	Altell 1	300	1	300
28	Microones	Altell 1	1.000	1	1.000
29	Extractor macro	Altell 1	700	1	700
30	Extractor 2	Altell 1	300	1	300
31	Macro AV100	Altell 1	285	1	285
32	Micro AV 10	Altell 1	350	1	350
33	Micro AV 09	Altell 1	350	1	350
34	Macroscopi	Altell 1	50	1	50
35	Microscopi	Altell 1	50	1	50
36	Ordinadors	Altell 2	250	3	750
37	Servidor	Altell 2	800	1	800
38	Impressora	Altell 2	250	1	250
		<b>POTÈNCIA TOTAL (W)=</b>			66.685

En aquest cas, tal i com estableix la *ITC-BT-47 del REBT* [1], els conductors de connexió que alimentin a diversos motors hauran d'estar dimensionats per una intensitat no inferior a la suma del 125% de la intensitat de plena càrrega del motor de major potència, més la intensitat a plena càrrega de tots els altres. Per tant, s'haurà d'aplicar un factor de 1,25 al motor de més potència de cada línia. Aquest factor s'aplicarà a les línies que al full de càlcul Excel, que tal i com s'explica més endavant, conté els càlculs de la previsió de càrregues juntament amb els del dimensionament de la instal·lació elèctrica de la nau industrial.

A més en aquest cas, pel càlcul de previsió de càrregues s'aplicarà un factor de simultaneïtat unitari i s'aplicaran diferents factors d'utilització que s'adapti a l'ús real de les màquines al llarg de la jornada laboral. Els factors d'utilització aplicats es troben especificats més endavant a l'apartat de quadres de protecció i distribució d'aquest present projecte.

### 2.3.1.3. Climatització

En aquest grup s'inclouen els equips de la instal·lació de climatització de la nau industrial que se situaran als dos altells per tal de complir amb les necessitats de confort. Així doncs, a la taula que s'adjunta seguidament, es mostren totes les màquines que s'instal·laran a cada una de les zones, les unitats corresponents de cada un d'elles i la potència prevista que resulta del producte de les unitats per la potència unitària i pel coeficient considerat.

Cal destacar que la potència elèctrica unitària considerada de cada un dels equips és la potència elèctrica corresponent al consum més elevat, com a cas més desfavorable i que es correspon a la potència de refrigeració.

**Taula 2.4.- Potència prevista dels equips de climatització de la nau industrial.**

N.	DENOMINACIÓ	ZONA	POTÈNCIA UNITÀRIA (W)	UT.	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	PLFY-P32VBM-E	Altell 1:Oficina tècnica	30	4	120
2	PLFY-P40VBM-E	Altell 1: Sala assajos tècnics	40	1	40
3	PLFY-P20VBM-E	Altell 1:Despatx 1	30	1	30
4	PLFY-P20VBM-E	Altell 1:Despatx 2	30	1	30
5	PLFY-P32VBM-E	Altell 2: Oficina administrativa	30	2	60
6	PLFY-P32VBM-E	Altell 2: Despatx	30	1	30
7	PLFY-P50VBM-E	Altell 2: Sala reunions	40	1	40
8	PUHY-P350YNM-A	Exterior	10.510	1	10.510
<b>POTÈNCIA TOTAL (W)=</b>					<b>10.860,00</b>

En aquest cas, pel càlcul de previsió de càrregues es considerarà un factor d'utilització i un coeficient de simultaneïtat unitari per tots els equips de climatització. A més, a tots els equips de climatització se'ls hi aplicarà un factor corrector de 1,25 tal i com s'estableix a la *ITC-BT-44* del *REBT* [1].

#### 2.3.1.4. Línies de força

En aquest grup s'inclouen totes les línies de força que s'instal·laran amb l'objectiu de cobrir totes les necessitats de connexió dels receptors elèctrics a tota la nau industrial.

Tot seguit es mostra una taula amb tots els receptors de les línies de força de la nau industrial que es consideren pel càlcul de la potència prevista.

**Taula 2.5.- Potència prevista de les línies de força de la nau industrial.**

N.	DENOMINACIÓ	ZONA	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	Força lavabos PB	Magatzem	6.900
2	Força I Endolls	Magatzem	6.900
3	Força III Endolls	Magatzem	20.700
4	Força Endolls	Oficines altell 2	20.700
5	Força 1 Endolls Sala 1	Taller 1 i 2	20.700
6	Força Endolls Sala 2	Taller 1 i 2	20.700
7	Força 1 Of. Tècnica	Of.Tècnica altell 1	20.700
8	Força 2 Of. Tècnica	Of.Tècnica altell 1	20.700
9	Força Pati Exterior	Pati exterior	6.900
		<b>POTÈNCIA TOTAL (W)=</b>	<b>144.900</b>

En aquest apartat, pel càlcul de la previsió de càrregues s'ha considerat un factor de simultaneïtat de 0,2 i un factor d'utilització de 0,25 per cada línia de força. A més, totes les línies es multiplicaran per un factor corrector de 1,25, preveient la connexió de màquines que puguin tenir motor.

#### 2.3.1.5. Elements de detecció contra incendis

En aquest apartat s'inclouen el conjunt de receptors destinats al sistema de detecció d'incendis i de diòxid de carboni. L'element de detecció contra incendis que hi haurà a la nau industrial consisteix en una central de detecció d'incendis convencional per 8 zones. Aquesta central servirà per tenir un control del conjunt de detectors instal·lats a l'establiment industrial. A continuació es mostra una taula amb tots els detectors que s'instal·laran a cada una de les zones de la nau industrial i la potència prevista obtinguda.

**Taula 2.6.- Potència prevista dels elements de detecció contra incendis de la nau industrial.**

N.	DENOMINACIÓ	ZONA	POTÈNCIA UNITÀRIA (W)	UT.	POTÈNCIA PREVISTA (W)
1	Central convencional de detecció d'incendi de 8 zones, model FOC220208 de la marca Plana Fàbrega	Altell 2	65	1	65
		<b>POTÈNCIA TOTAL (W)=</b>			65

Per la central de detecció d'incendis, a l'hora de realitzar el càlcul de previsió de càrregues, es considerarà un factor d'utilització i un coeficient de simultaneïtat unitari.

### 2.3.2. Càlcul de les potències

Una vegada descrits els diferents tipus de receptors que hi ha a la nau industrial del present projecte i totes les consideracions que es tindran en compte de cada un d'ells, es calcularà la previsió de càrregues conjuntament amb el dimensionament de la instal·lació elèctrica de la nau industrial mitjançant un full de càlcul Excel creat a partir del model ELEC 3 [50], que és un model de càlcul proporcionat pel Canal Empresa de la Generalitat de Catalunya. Cal destacar que per realitzar la previsió de càrregues i el dimensionament de la instal·lació elèctrica, s'han agrupat els diferents receptors de la instal·lació elèctrica per subquadres.

Cal recordar que d'acord amb la Instrucció 1/2014 de 19 de març, de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya [3], per la qual s'aprova la Guia Tècnica del *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT)* [1], s'estableixen dos tipus de potències: la P1 i la P2. Aquestes potències es descriuen a continuació:

- P2: Potència de la instal·lació receptora, que és la suma de les potències parcials que hi ha en els quadres, en els subquadres i en els receptors, que formen el conjunt de la instal·lació receptora.
- P1: Potència que pot subministrar la derivació individual, tenint en compte els paràmetres reglamentaris. És la potència legal davant de l'administració, també coneguda com a potència màxima admissible tal i com es justifica més endavant.

També cal considerar la Potència a contractar (Pc):

- Pc: Potència a contractar amb la companyia subministradora d'electricitat, d'acord amb la simultaneïtat real.

En el cas del present projecte, la situació es correspon amb la del exemple 3 de la Instrucció 1/2014 del 19 de març, de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya [3], on P1 és menor a P2. En el projecte es preveu aquest fet:

- P2: Potència de la part receptora = 89.549 W
- P1: Potència de la Derivació Individual = 43.640 W (Potència Màxima Admissible).
- Pc: Potència a contractar = 43.640 W

Com que la potència P1(43,64 kW) < P2 (89,55 kW), (en aquest cas per una simultaneïtat de 0,49), d'acord amb el criteri de la Instrucció 1/2014, la Potència Màxima Admissible (PMA) serà la menor de les dues, per tant, la PMA serà igual a P1= 43,64 kW.

El valor de l'IGA (Interruptor General Automàtica) es correspondran per als 43,64kW i que és de 63A.

Els càlculs de la Derivació Individual es faran pels 43,64kW i que suposa una secció de 16 mm<sup>2</sup>.

Com que es preveu contractar Pc= 43,64kW, l'ICP (Interruptor de Control de Potència) de capçalera es calcularà per aquesta potència i serà també de 63 A. La tensió del subministrament és trifàsica de 3x 230/400V.

### 2.3.3. Compensació de reactiva

Per millorar el factor de potència és necessari reduir l'energia reactiva a base de connectar condensadors a la xarxa. La potència reactiva dels condensadors que s'instal·laran es calcularà a partir de la següent expressió:

$$Q_c = P \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \text{ (Eq. 3.1)}$$

On:

- P: potència activa de la xarxa [kW].
- $\tan \varphi_1$ : angle que es desitja obtenir
- $\tan \varphi_2$ : angle actual que es desitja millorar.

La potència és de 43,64 kW, el factor de potència que es té és de 0,85 i es vol millorar a un factor de potència de 0,95. Fent el càlcul s'obté una potència reactiva de 4,36 kVAr.

Per tant, s'instal·larà una bateria de condensadors automàtica de 50 kVAr de la marca Schneider amb referència VLVA4P03506AA. Aquesta bateria estarà protegida amb un interruptor magnetotèrmic de 40 A i anirà connectada en paral·lel a la càrrega [46].

## 2.4. Instal·lació d'enllaç

### 2.4.1. Tipologia de la instal·lació

Tal i com estableix el *Vademècum de Fecsa-Endesa* [5], la tipologia de la instal·lació del present projecte serà de subministrament individual de potència major de 15 kW per un únic usuari. Aquest tipus d'instal·lacions disposen d'una sola escomesa, aèria o subterrània que alimentarà directament un sol conjunt de protecció i mesura, a través d'una Caixa General de Protecció (CGP).

Així doncs, la instal·lació d'enllaç de la nau industrial del present projecte estarà formada pels següents elements:

- a) Caixa general de Protecció i Mesura (CPM).
- b) Derivació Individual (DI).
- c) Interruptor de Control de Potència (ICP).
- d) Dispositius Generals de Comandament i Protecció (DGMP).

### 2.4.2. Caixa general de Protecció i Mesura

Tal i com ja s'ha esmentat a l'apartat anterior, en el cas de subministraments per un únic usuari on la seva potència sigui superior a 15 kW, al no existir línia general d'alimentació, pot simplificar-se la instal·lació col·locant en un únic conjunt la CGP (Caixa General de Protecció) i l'equip de mesura (CM). D'aquesta manera, el recinte que englobarà la CGP i el CM s'anomenarà CPM (Caixa general de Protecció i Mesura) i s'instal·larà a l'exterior. Es localitzarà a un recinte destinat únicament a aquesta finalitat, en llocs de lliure i permanent accés des del carrer. Cal destacar que la seva situació es fixarà de comú acord entre la propietat i Endesa.

El *Vademècum de Fecsa Endesa* [5] també estableix que el recinte on s'instal·li el CPM s'haurà de tancar amb una porta de doble fulla, preferentment metàl·lica, de com a mínim 2 mm de gruix i amb un grau de protecció IK10, protegida contra la corrosió i disposarà d'un pany normalitzat per Fecsa-Endesa. Per determinar les seves dimensions, s'haurà de tenir en compte la superfície ocupada per les unitats funcionals, deixant una separació entre les parets laterals i el sostre respecte les envoltants de com a mínim 0,2 m. A més, la distància respecte el terra serà de com a mínim 0,5 m, la profunditat del recinte serà de com a mínim 0,4 m i l'espai lliure davant el CPM, un cop facilitat l'accés al mateix no serà inferior a 1,10 m.

La paret a la qual es fixi el CPM no podrà estar exposada a vibracions i aquest no podrà instal·lar-se proper a comptadors de gas, aixetes o sortides d'aigua.

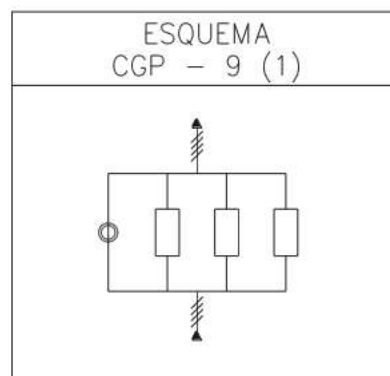
A més, com que l'escomesa existent de la nau industrial es subterrània i s'efectuarà amb entrada i sortida de la línia de distribució i derivació al CPM, s'haurà d'instal·lar una caixa de seccionament. La CGP que s'instal·larà es correspondrà amb l'Esquema 9, entrada per la part inferior i sortida per la part superior.

En el cas del present projecte, i tal com es justificarà més endavant, el CPM se situarà a un armari prefabricat de formigó amb una porta metàl·lica a l'exterior de la nau industrial.

A continuació, s'expliquen detalladament cada un dels elements que integren la caixa general de protecció i mesura:

#### 2.4.2.1. Caixa General de Protecció

La CGP tindrà fusibles gG de 100 A i es correspondrà amb l'esquema 9, tal i com s'ha mencionat anteriorment. La següent figura es correspon amb una representació de la CGP esquema 9.



**Figura 2.1.- Esquema 9 de la CGP (Font: Vademècum Fecsa-Endesa) [5].**

#### 2.4.2.2. Conjunt de Mesura

Conjunt de mesura consistirà en un TMF1 que integrarà un comptador i un transformador d'intensitat multifuncions. Els fusibles seran de 100 A, el cablejat serà de coure de 16 mm<sup>2</sup> i les bases BUC 00.

#### 2.4.2.3. Caixa de Seccionament

Tal i com s'ha dit anteriorment, s'haurà d'instal·lar una caixa de seccionament ja que l'escomesa subterrània es realitzarà amb entrada i sortida de la xarxa de distribució. El seu esquema serà tal que permeti la sortida a la CGP per la part superior i l'entrada i sortida de la xarxa de distribució per la part inferior.

Els elements a instal·lar, per tal de complir amb les exigències dels elements del CPM, seran els indicats al *Vademècum* [5] per a instal·lacions de baixa tensió del fabricant Claved [42]. Aquests elements seran els que es mostren a la taula següent:

**Taula 2.7.- Elements escollits del CPM fabricant Claved. (Font: Referències extretes del *Vademècum de Fecsa-Endesa*)[5].**

ELEMENT	TIPUS	REFERÈNCIA FABRICANT
CGP	CGP esq. 9 fusibles gG 100 A	CGPC-9-160BUC/E
Conjunt de Mesura	TMF1 fusibles 100 A	CL –SI –TMF1
Caixa de seccionament	Sortida a CGP part superior i entrada i sortida xarxa per part inferior	CGPC-400C BUC
Canal protectora	-	CA-250-400

### 2.4.3. Derivació individual

D'acord amb la *ITC-BT-15* del *REBT*[1], la derivació individual consisteix en la part de la instal·lació elèctrica que partint de la CGP subministrarà energia elèctrica a la instal·lació de l'usuari. Comprèn el conjunt de mesura i els dispositius generals de comandament i protecció.

#### 2.4.3.1. Conductors

La secció dels cables serà uniforme excepte a les connexions realitzades amb els dispositius de protecció. Els conductors que s'utilitzaran seran de coure, unipolars i aïllats amb una tensió assignada de 0,6/1 kV, no propagadors de flama i amb una emissió de fums i opacitat reduïda. Se seguirà el codi de colors indicat a la *ITC-BT-19* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, el neutre serà de color blau i les fases gris, marró i negre.

A més, la secció mínima de la derivació individual serà de 10 mm<sup>2</sup> (tal com s'estableix al *Vademècum de Fecsa-Endesa* [5]) pels cables polars, neutre i protecció i de 1,5 mm<sup>2</sup> pel fil de comandament que serà de color vermell. En el cas en el qual no hi ha LGA (línia general d'alimentació), com en el present projecte, la caiguda de tensió màxima admissible per a subministraments d'un únic usuari és de 1,5%.

La secció dels conductors de la derivació individual es determinarà mitjançant l'expressió següent:

$$S = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot e} \quad (\text{Eq. 3.2})$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [mm<sup>2</sup>].
- P: potència activa de la línia [W].



- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [ $\text{m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$ ].
- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

Així doncs, aïllant l'expressió anterior s'obté la fórmula a partir de la qual es calcularà la caiguda de tensió:

$$e = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S} \text{ (Eq. 3.3)}$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [ $\text{mm}^2$ ].
- P: potència activa de la línia [W].
- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [ $\text{m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$ ].
- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

Un cop calculada la caiguda de tensió en V, es podrà calcular la caiguda de tensió en % de la següent manera:

$$\varepsilon(\%) = \frac{e}{V} \cdot 100 \text{ (Eq. 3.4)}$$

On:

- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia [V].
- $\varepsilon$ : caiguda de tensió màxima admissible de la línia [%].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

#### 2.4.3.2. Canalitzacions

La derivació individual del present projecte serà subterrània i els conductors aniran aïllats amb un tub de canalització soterrat. Cal destacar que la canalització complirà amb el que hi ha establert a la *ITC-BT-21* del *REBT* [1].

A la taula 8 de l'apartat 1.2.4 de la *ITC-BT-21* del *REBT* [1], s'exposen les característiques mínimes pels tubs en canalitzacions enterrats.

**Taula 2.8.- Característiques mínimes pels tubs en canalitzacions soterrats (Font: ITC-BT-21 del REBT)[1].**

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Protegido contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
Notas: NA : No aplicable (*) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal		

A més, els tubs hauran de tenir un diàmetre tal que permeti un fàcil allotjament i extracció dels cables o conductors aïllats. A la taula 9 de l'apartat 1.2.4 de la ITC-BT-21 del REBT [1] s'estableixen els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors o cables a conduir. Cal tenir en compte que el *Vademècum de Fecsa-Endesa* [5] estableix un diàmetre nominal exterior mínim dels tubs de 32 mm i que els tubs han de ser no propagadors de flama.

**Taula 2.9.- Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors o cables a conduir (Font: ITC-BT-21 del REBT) [1].**

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

### 2.4.3.3. Resultats obtinguts

Els resultats obtinguts i les solucions adoptades pel compliment de les condicions establertes anteriorment s'exposen a la taula resum que s'adjunta a continuació extreta del full de càlcul Excel.

**Taula 2.10.- Taula amb els resultats obtinguts de la DI.**

CIRCUIT	POTÈNCIA [kW]	INTENSITAT CIRCUIT [A]	INTENSITAT ITC-BT-19 [A]	FACTOR APLICAT	IMA [A]	E MÀX. ADMISSIBLE [%]	E LÍNIA [%]	SECCIÓ [MM <sup>2</sup> ]
DI	43,64	63	82	0,85	70	1,5	0,46	16

Tal i com es pot observar, amb la secció exposada a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *Guia de la ITC-BT-19* [2]. A més, la intensitat del circuit és menor a la intensitat màxima admissible. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la derivació individual (DI).

Cal destacar que el factor aplicat està establert a la taula C de la *Guia ITC-BT-19* [2], i és el corresponent per terrenys poc humits.

El tipus de cable escollit serà RZ1-K amb tensió assignada 0,6/1 kV de 16 mm<sup>2</sup> de secció, no propagador de flama, opacitat reduïda.

Pel que fa al tub de protecció pel qual aniran els conductors, serà un tub de canalització de doble paret, amb l'exterior corrugat i interior llis, de color vermell amb les següents característiques:

- Diàmetre exterior: 90 mm.
- No propagador de flama.
- Resistència a la compressió: 450 N.
- Resistència a l'impacte: Normal.
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids: 4.
- Resistència a la penetració d'aigua: 3.
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos: 2.

#### 2.4.4. Interruptor de control de potència

L'interruptor de control de potència (ICP-M) que s'instal·larà es determinarà a partir de la potència a contractar i haurà de disposar de la verificació corresponent.

D'acord amb la potència a contractar que ja s'ha esmentat anteriorment, el ICP-M de la nau industrial del present projecte haurà de ser de 63 A.

#### 2.4.5. Dispositius generals de comandament i protecció

Segons la *ITC-BT-17* del *REBT* [1], els dispositius generals de comandament i protecció (DGMP) se situaran el més a prop possible del punt d'entrada de la derivació individual al local de l'usuari. Aquests

dispositius es localitzaran en el quadre general de baixa tensió i els subquadres d'on partiran el conjunt de circuits interiors.

Els dispositius generals i individuals de comandament i protecció seran com a mínim els següents:

- Un interruptor general automàtic de tall omipolar (IGA) que permeti el seu accionament manual i que estigui dotat d'elements de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits. Aquest interruptor serà independent de l'interruptor de control de potència i tindrà un poder de tall de, com a mínim, 4,5 kA.
- Un interruptor diferencial general destinat a la protecció contra contactes indirectes de tots els circuits.
- Dispositius de tall omipolar destinats a la protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits de cada un dels circuits interiors del local.
- Dispositiu de protecció contra sobretensions segons la *ITC-BT-23*.

D'aquesta manera, els dispositius generals i individuals de comandament i protecció escollits al present projecte per tal de complir amb les exigències descrites anteriorment seran els següents:

#### **2.4.5.1. Interruptor general automàtic**

L'interruptor general automàtic que s'instal·larà serà un interruptor tetrapolar amb una intensitat nominal de 63 A de la marca Schneider. Aquest mecanisme, a més, combinat oferirà protecció contra les sobrecàrregues, curtcircuits i sobretensions.

A continuació, es descriuen totes les característiques tècniques del mecanisme:

- Intensitat nominal: 63 A.
- Intensitat tèrmica: 63 A.
- Grau de protecció: IP40.
- Aïllament classe II.

#### **2.4.5.2. Interruptors diferencials**

Els interruptors diferencials seran ID bipolars o tetrapolars de la marca Schneider. Les característiques generals dels interruptors diferencials són les següents:

- Sensibilitat: 30 mA.
- Grau de protecció: IP40.
- Aïllament classe II.

Cal destacar que als esquemes unifilars del present projecte situats als annexos s'especifica la intensitat nominal i la sensibilitat de cada uns dels interruptors diferencials que s'instal·laran.

A més, per la protecció de les línies dels subquadres s'instal·laran interruptors diferencials tetrapolars selectius de la marca Schneider amb les següents característiques generals.

- Sensibilitat: 300 mA
- Grau de protecció: IP40.
- Aïllament classe II.

Cal destacar que als esquemes unifilars del present projecte situats als annexos s'especifica la intensitat nominal i la sensibilitat de cada uns dels interruptors diferencials que s'instal·laran.

#### **2.4.5.3. Dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits**

Els dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits seran interruptors magnetotèrmics bipolars o tetrapolars de la marca Schneider. Les característiques generals dels interruptors magnetotèrmics que s'instal·laran son les següents:

- Corba: C.
- Poder de tall: 10 kA.
- Grau de protecció: IP40.
- Aïllament classe II.

Cal destacar que als esquemes unifilars del present projecte situats als annexos s'especifica la intensitat nominal de cada uns dels interruptors magnetotèrmics que s'instal·laran.

#### **2.4.5.4. Protecció sobretensions**

La protecció contra les sobretensions que s'instal·larà i les seves característiques tècniques i especificacions que s'han de tenir en compte establertes per la *ITC-BT-23* del *REBT* [1] estan detallades a l'apartat de proteccions d'aquest mateix capítol.

#### **2.4.5.5. Envoltants**

Els quadres elèctrics que contindran els dispositius generals i individuals de comandament i protecció també seguiran el que s'estableix a la *ITC-BT-17* del *REBT* [1]. Així doncs, l'altura mínima d'instal·lació serà d'1 m respecte el nivell del terra. A més, els quadres elèctrics tindran un grau de protecció mínim IP30 i IK07.

Els quadres elèctrics escollits per tal de complir amb les exigències de la *ITC-BT-17* del *REBT* [1] seran els següents:

- a) Cofret modular Pragma 18 muntat superficialment de la marca Schneider [46].

Les característiques generals d'aquests armaris són les següents:

- Grau de protecció IP: IP40.
- Grau de protecció IK: IK09.
- Lliure d'halògens.

- b) Armari modular Pragma 24 muntat superficialment de la marca Schneider [46].

Les característiques generals d'aquests armaris són les següents:

- Grau de protecció IP: IP40.
- Grau de protecció IK: IK09.
- Lliure d'halògens.

Les dimensions de cada armari modular Pragma, el seu mètode d'instal·lació i el seu número de mòduls estan especificats a l'apartat de quadres de protecció i distribució del present capítol. A més, la seva situació es troba detallada als plànols del present projecte.

## 2.5. Instal·lació de posta a terra

### 2.5.1. Requisits de la instal·lació

D'acord amb la *ITC-BT-18* del *REBT* [1], la posta a terra és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni proteccions d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora que no pertany al mateix mitjançant una presa de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes enterrats al terra.

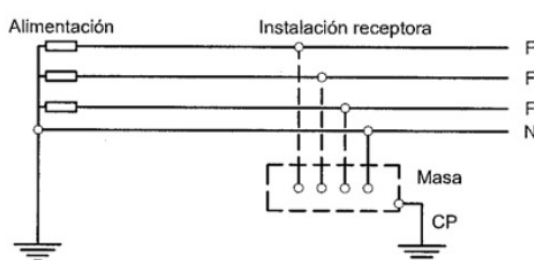
Les postes a terra s'estableixen principalment amb l'objectiu de limitar la tensió que, amb respecte a terra, pot presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar l'actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una avaria en els materials elèctrics utilitzats.

Així doncs, la instal·lació de posta a terra es dissenyarà d'acord amb el que hi ha establert a la *ITC-BT-18* del *REBT* [1] i la profunditat d'enterrament de la presa de terra mai serà inferior a 0,50 m.

## 2.5.2. Esquema de distribució

Per l'esquema de distribució se seguirà el que hi ha establert a la *ITC-BT-08* [1]. L'esquema de connexió utilitzat serà l'esquema TT que és l'esquema per les instal·lacions receptores alimentades directament d'una xarxa de distribució pública de baixa tensió.

Aquest esquema té unes excel·lents característiques de protecció a les persones contra contactes indirectes i es caracteritza per la connexió de totes les masses de la instal·lació i el neutre del transformador a terra. La protecció contra contactes indirectes es realitza mitjançant interruptors diferencials.



**Figura 2.2.-** Esquema de distribució TT (Font: ITC-BT-08) [1].

## 2.5.3. Conductors de protecció

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses de la instal·lació amb el conductor de terra. Les seccions mínimes dels conductors de protecció seran els que s'exposen a la taula següent:

**Taula 2.11.-** Seccions mínimes dels conductors de protecció (Font: ITC-BT-18) [1].

FASE	PROTECCIÓ (Groc-verd)
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_p = S$
$16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_p = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S_p = S/2$

## 2.5.4. Càlcul del valor màxim de la resistència de posta a terra

El valor màxim de la resistència de terra, d'acord amb el *REBT* [1], serà de tal manera que qualsevol massa no pugui donar un valor de tensió de contacte o defecte superior a:

- $V=24 \text{ V}$  en locals conductors (locals humits).
- $V=50 \text{ V}$  en altres locals (locals secs).

En el cas del present projecte, es considerarà un valor de tensió de contacte de 24 V. Així doncs, considerant un valor de 24 V i una intensitat de defecte de 300 mA (ja que és el valor de sensibilitat més gran dels interruptors diferencials que s'instal·laran i, per tant, el cas més desfavorable, és a dir, el cas amb el que hi pot haver una tensió de defecte més elevada), a partir de la següent expressió es podrà trobar el valor màxim de resistència de posta a terra:

$$Vd = Rt \cdot Id \text{ (Eq. 3.5)}$$

On:

- Vd: tensió de contacte o defecte [V].
- Rt: resistència de posta a terra [ $\Omega$ ].
- Id: intensitat de defecte [A].

D'aquesta manera, aïllant Rt de l'expressió es podrà obtenir la resistència màxima de posta a terra:

$$Rt = \frac{Vd}{Id} = \frac{24 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = 80 \text{ } \Omega \text{ (Eq. 3.6)}$$

El valor màxim de la resistència de posta a terra serà de 80  $\Omega$ .

### 2.5.5. Càlcul de la resistència de posta a terra

La posta a terra es preveu amb un conductor nu de coure de 1 x35 mm<sup>2</sup> de secció nominal enterrat horitzontalment al terreny, 4 piques de 2 m d'acer-coure i de 14 mm de diàmetre instal·lades verticalment, separades per una distància mínima del doble de la llargada de la pica i un anell de 20 m de longitud.

Així doncs, la resistència de posta a terra del conjunt es calcularà com el paral·lel de les resistències de l'anell i les piques a partir de les expressions descrites a la *ITC-BT-18* del *REBT* [1].

#### 2.5.5.1. Resistència de l'anell

La resistència de la posta a terra de l'anell es calcularà a partir de la següent expressió:

$$Rt = \frac{2 \cdot \rho}{L} \text{ (Eq. 3.7)}$$

On:

- Ra: resistència de posta a terra de l'anell [ $\Omega$ ].
- $\rho$ : resistivitat del terreny determinada a partir de la taula 3 de la *ITC-BT-18* [1] [ $\Omega \cdot m$ ].
- L: longitud de l'anell [m].



D'acord amb la taula 3 de la *ITC-BT-18* del *REBT* [1], es considerarà una resistivitat del terreny de 200  $\Omega \cdot m$ . Així doncs, aplicant l'equació 3.7:

$$R_t = \frac{2 \cdot 200 \Omega \cdot m}{20 m} = 20 \Omega$$

La resistència de la posta a terra de l'anell serà de 20  $\Omega$ .

#### 2.5.5.2. Resistència de les piques

La resistència de la posta a terra de les piques es calcularà a partir de la següent expressió:

$$R_p = \frac{\rho}{N \cdot L} \text{ (Eq. 3.8)}$$

On:

- $R_p$ : resistència de posta a terra de les piques [ $\Omega$ ].
- $\rho$ : resistivitat del terreny determinada a partir de la taula 3 de la *ITC-BT-18* [1] [ $\Omega \cdot m$ ].
- $N$ : número de piques considerat.
- $L$ : longitud de les piques [m].

Igual que a l'apartat anterior, d'acord amb la taula 3 de la *ITC-BT-18* [1], es considerarà una resistivitat del terreny de 200  $\Omega \cdot m$ . Aplicant l'equació 3.8 s'obté:

$$R_p = \frac{200 \Omega \cdot m}{4 \cdot 2 m} = 25 \Omega$$

La resistència de posta a terra de les piques és de 25  $\Omega$ .

#### 2.5.5.3. Resistència total del conjunt

Com ja s'ha comentat anteriorment, la resistència total del conjunt ( $R_{pat}$ ) serà l'associació en paral·lel de la resistència de l'anell i la de les piques:

$$R_{pat} = \frac{R_a \cdot R_p}{R_a + R_p} = \frac{20 \Omega \cdot 25 \Omega}{20 \Omega + 25 \Omega} = 6,67 \Omega \text{ (Eq. 3.9)}$$

D'aquesta manera, la resistència total de la posta a terra és de 6,67  $\Omega$ .

### 2.5.6. Comprovació de la tensió màxima de contacte

Finalment, es comprovarà que la tensió màxima de contacte present a la instal·lació sigui menor de la màxima permesa, que en aquest cas, es correspon a 24 V. La tensió màxima de contacte es calcula a partir de la següent expressió:

$$V_{cmàx} = R_{pat} \cdot I_{dmàx} \text{ (Eq. 3.10)}$$

On:

- $V_{cmàx}$ : tensió de contacte o defecte [V].
- $R_{pat}$ : resistència de posta a terra [ $\Omega$ ].
- $I_{dmàx}$ : intensitat de defecte [A].

La intensitat màxima de defecte serà el valor de la sensibilitat més alt dels diferencials que s'instal·laran que en el cas del present projecte es correspon amb un valor de 300 mA que és el valor de la sensibilitat dels interruptors diferencials selectius. D'aquesta manera, la tensió màxima de contacte, aplicant l'equació 3.11, serà:

$$V_{cmàx} = 6,67 \, \Omega \cdot 0,3 \, A = 2 \, V$$

La tensió de contacte màxima serà de 2 V.

## 2.6. Instal·lació interior

La instal·lació interior de la nau industrial complirà amb l'establert a la *ITC-BT-17*, *ITC-BT-19*, *ITC-BT-20* i la *ITC-BT-21* del *REBT* [1].

### 2.6.1. Conductors

#### 2.6.1.1. Secció dels conductors

La secció dels cables que s'utilitzaran a la instal·lació elèctrica es determinarà de manera que la caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació de l'interior i qualsevol punt d'utilització sigui menor al 3% per enllumenat i menor de 5% per la resta d'usos. Així doncs, la secció dels conductors a instal·lar es determinarà, depenent de si la càrrega és monofàsica o trifàsica, a partir de les fórmules següents:

a) Càrrega monofàsica

La formula utilitzada serà la següent:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot U \cdot e} \text{ (Eq. 3.11)}$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [mm<sup>2</sup>].
- P: potència activa de la línia [W].
- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [m/Ω·mm<sup>2</sup>].
- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- U: tensió de fase de la línia [V].

b) Càrrega trifàsica

L'expressió que s'utilitzarà és la mateixa que en el cas de la derivació individual (Eq 3.2), és a dir, la següent:

$$S = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot e} \text{ (Eq. 3.12)}$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [mm<sup>2</sup>].
- P: potència activa de la línia [W].
- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [m/Ω·mm<sup>2</sup>].
- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

#### 2.6.1.2. Caiguda de tensió

Aïllant les fórmules anteriors es podran obtenir les expressions amb les que es verificarà que la caiguda de tensió (e) del circuit sigui menor a l'establerta:

## a) Càrrega monofàsica

La fórmula que s'emprarà és la següent:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot U \cdot S} \text{ (Eq. 3.13)}$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [mm<sup>2</sup>].
- P: potència activa de la línia [W].
- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [m/Ω·mm<sup>2</sup>].
- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- U: tensió de fase (entre fase i neutre) de la línia [V].

Un cop calculada la caiguda de tensió en V, es podrà calcular la caiguda de tensió en % de la següent manera:

$$\varepsilon(\%) = \frac{e}{U} \cdot 100 \text{ (Eq. 3.14)}$$

On:

- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia [V].
- $\varepsilon$ : caiguda de tensió màxima admissible de la línia [%].
- U: tensió entre fase i neutre de la línia [V].

## b) Càrrega trifàsica

L'expressió que s'utilitzarà és la mateixa que en el cas de la derivació individual, és a dir, la següent:

$$e = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot V \cdot S} \text{ (Eq. 3.15)}$$

On:

- S: secció mínima dels conductors [mm<sup>2</sup>].
- P: potència activa de la línia [W].
- L: longitud de la línia [m].
- $\sigma$ : conductivitat del conductor [m/Ω·mm<sup>2</sup>].

- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia considerada [V].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

Un cop calculada la caiguda de tensió en V, es podrà calcular la caiguda de tensió en % de la següent manera:

$$\varepsilon(\%) = \frac{e}{V} \cdot 100 \text{ (Eq. 3.16)}$$

La caiguda de tensió i secció dels conductors s'avaluarà al punt més llunyà del circuit, sent aquest el més desfavorable i, per tant, al quedar aquest punt dimensionat correctament, la resta de punts del circuit considerat també ho estaran.

On:

- e: caiguda de tensió màxima admissible de la línia [V].
- $\varepsilon$ : caiguda de tensió màxima admissible de la línia [%].
- V: tensió entre fases de la línia [V].

#### 2.6.1.3. Intensitat màxima admissible

El valor de la intensitat que circularà a través dels conductors del circuit s'obtindrà, depenent de si la càrrega és trifàsica o monofàsica, a partir de les següents expressions:

a) Càrrega monofàsica

L'expressió que s'emprarà és la següent:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \text{ (Eq 3.17)}$$

On:

- I: Intensitat de la línia [A].
- P: potència activa de la línia [W].
- U: voltatge entre fase i neutre de la línia [V].
- $\cos\varphi$ : factor de potència de la càrrega.

## b) Càrrega trifàsica:

L'expressió que s'emprarà és la següent:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad (\text{Eq 3.18})$$

On:

- I: Intensitat de la línia [A].
- P: potència activa de la línia [W].
- V: voltatge entre fases de la línia [V].
- $\cos\varphi$ : factor de potència de la càrrega.

La intensitat obtinguda mitjançant les anteriors expressions haurà de ser menor a la màxima admissible dels cables. Les intensitats màximes admissibles dels conductors es determinaran a partir de la taula 1 (Intensitats admissibles (A) a l'aire 40 °C. Nombre de conductors amb càrrega i naturalesa de l'aïllament) de la *ITC-BT-19* del *REBT* [1] d'acord amb el seu mètode d'instal·lació.

Cal destacar que s'aplicaran uns factors reductors per l'agrupació de conductors. Aquests factors estan establerts a unes taules de la Norma *UNE 20460-5-523* [11] segons el mètode d'instal·lació dels conductors i el nombre de circuits o cables multiconductors. Les taules es troben incloses a la revisió 2 del febrer del 2009 de la Guia de la *ITC-BT-19* [2]. Els factors aplicats seran pel cas de les canalitzacions en safates el factor més desfavorable extret de la taula E, pel cas de canals protectores es considerarà el mateix factor que les safates i pels tubs es considerarà, també, un factor dels més desfavorables. El valor dels factors aplicats es trobaran especificats a l'apartat de quadres de comandament i distribució inclòs al present capítol. A més, els càlculs de la intensitat màxima admissible s'han realitzat de manera que per cada una de les línies es té en compte el sistema d'instal·lació majoritari.

#### 2.6.1.4. Identificació dels conductors

D'acord amb la *ITC-BT-19* del *REBT* [1], els conductors hauran de ser fàcilment identificables. Així doncs, la seva identificació es realitzarà a partir del color dels seus aïllaments. A la taula següent es poden observar els colors associats a cada conductor segons la seva tipologia:

**Taula 2.12.- Color del conductor segons la seva tipologia.**

TIPUS DE CONDUCTOR	NEUTRE	PROTECCIÓ	FASE
Monofàsic	Blau	Verd-groc	Marró
Trifàsic	Blau	Verd-groc	Gris, marró i negre

### 2.6.2. Subdivisió de les instal·lacions

Tal com diu la *ITC-BT-19* del *REBT* [1], les instal·lacions es subdividiran en diferents circuits, integrats en subquadres, de manera que les pertorbacions que es puguin originar per avaries que es puguin produir en algun punt de les mateixes, afectin solament a certes parts de la instal·lació. D'aquesta manera, els dispositius de protecció de cada circuit estaran adequadament coordinats i seran selectius amb els dispositius generals de protecció que els precedeixin.

Els elements i circuits de cada un dels subquadres estaran detallats a l'apartat de quadres de protecció i distribució inclòs al present capítol.

### 2.6.3. Equilibrat de càrregues

D'acord amb la *ITC-BT-19* del *REBT* [1], per tal de mantenir el major equilibri possible a la càrrega dels conductors que formin part d'una instal·lació, aquesta es repartirà el més equilibradament possible entre les fases.

### 2.6.4. Sistemes d'instal·lació

Segons la *ITC-BT-20* del *REBT* [1], els sistemes d'instal·lació de les canalitzacions en funció del tipus de conductors hauran de dissenyar-se d'acord amb la taula 1 i la taula 2 de l'apartat 2.2.

Cal destacar que els cables de la instal·lació elèctrica compliran amb el reglament CPR (*Construction Product Regulation*) segons la norma *EN 50575* [14], un reglament emès per la Unió Europea amb el propòsit de regular els límits de la resistència al foc i substàncies perilloses en els materials utilitzats per la construcció.

Els sistemes d'instal·lació dels conductors de la nau industrial que s'utilitzaran seran els següents:

#### 2.6.4.1. Conductors aïllats sota tubs de protecció

D'acord amb la *ITC-BT-20* del *REBT* [1], els cables utilitzats seran de tensió assignada no inferior a 450/750 V i els tubs compliran amb l'establert a la *ITC-BT-21* del *REBT* [1]. Els entroncaments dels conductors instal·lats amb aquest sistema d'instal·lació es realitzaran mitjançant caixes de derivació.

Aquest sistema d'instal·lació s'emprarà per algunes línies elèctriques del magatzem i a les zones amb ús d'oficines, és a dir, les sales de l'altell 1 i del 2.

Els conductors que s'instal·laran en aquest sistema d'instal·lació seran H07Z1-K amb una tensió assignada de 750 V, amb baixa opacitat de fums emesos, i no propagadors de flama.

#### 2.6.4.2. Conductors aïllats sota canals protectores

Segons la *ITC-BT-20* del *REBT* [1], els conductors situats en canals protectors de grau IP4X o superior i classificades com canals amb tapa d'accés que només pot obrir-se amb eines segons la norma *UNE-EN 50.085-1* tindran una tensió assignada no inferior a 450/750 V.

Aquest sistema d'instal·lació s'utilitzarà per les línies del quadre general de baixa tensió fins als respectius subquadres, i per algunes línies situades a la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 i per algunes de les zones destinades a un ús d'oficines. Els entroncaments dels conductors instal·lats amb aquest sistema d'instal·lació es realitzaran mitjançant caixes de derivació.

Els conductors que s'instal·laran en aquest sistema d'instal·lació seran RZ1-K amb una tensió assignada de 0,6/1 kV, amb baixa opacitat de fums emesos, i no propagadors de flama.

#### 2.6.4.3. Conductors aïllats sota safates protectores

Els conductors a utilitzar estaran instal·lats amb coberta i amb tensió assignada 0,6/1 kV, tal i com es recomana a la guia tècnica d'aplicació de la *ITC-BT-20* del *REBT* [1]. Els entroncaments dels conductors instal·lats amb aquest sistema d'instal·lació es realitzaran mitjançant caixes de derivació situades a les safates.

Aquest tipus d'instal·lació s'utilitzarà per la distribució dels conductors fins a les lluminàries en muntatge suspès als dos tallers (sala davant i sala darrere) de la nau industrial.

Els conductors que s'instal·laran en aquest sistema d'instal·lació seran RZ1-K amb una tensió assignada de 0,6/1 kV, amb baixa opacitat de fums emesos, i no propagadors de flama.

#### 2.6.5. Canalitzacions

El dimensionament de les canalitzacions es realitzarà considerant el punt més desfavorable del tram de la canalització, és a dir, el punt del tram on hi hagi més conductors.

D'acord amb la *ITC-BT-21* del *REBT* [1], els sistemes de canalització dels sistemes d'instal·lació descrits anteriorment seran els següents:

##### 2.6.5.1. Tubs de protecció

El sistema de muntatge d'aquests tubs serà en canalitzacions fixes superficialment a la paret i encastats a les parets de pladur.



## a) Tubs fixats superficialment a la paret

En aquests tipus d'instal·lació els tubs hauran de ser preferentment rígids, tot i que en casos especials es podran utilitzar tubs corbables. Les característiques mínimes d'aquests tubs seran les que s'indiquen a la taula 1 de la ITC-BT-21 del REBT [1]. Aquesta taula és la següent:

**Taula 2.13.- Característiques mínimes per tubs en canalització superficials ordinàries fixes**(Font: taula 1 apartat 1.2.1 ITC-BT-21)[1].

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D $\geq$ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

A més, els tubs hauran de tenir un diàmetre tal que permetin un fàcil allotjament i extracció dels cables o conductors aïllats. A la taula 2 de la ITC-BT-21 del REBT [1] es mostren els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors a conduir.

**Taula 2.14.- Característiques mínimes per tubs en canalització superficials ordinàries fixes**(Font: taula 2 apartat 1.2.1 ITC-BT-21)[1].

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Els tubs que s'instal·laran seran tubs rígids de PVC de la marca Aiscan endollables [60]. Les característiques generals d'aquests tubs són les següents:

- Resistència a la compressió: Forta.
- Resistència a l'impacte: Mitja.
- Temperatura mínima de la instal·lació i servei: -5°C.
- Temperatura màxima de la instal·lació i servei: +60°C.
- Resistència al corbat: Rígid.
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos: Protecció interior i exterior mitja.
- No propagador de flama.

Els diàmetres exteriors dels tubs que s'utilitzaran estaran detallats a l'apartat de quadres de protecció i distribució que es troben inclosos en el present capítol.

#### b) Tubs encastats

Aquest tipus de canalitzacions es realitzaran a les parts on s'hagin d'instal·lar tubs encastats a les parets de pladur. Aquestes parets es troben a les zones destinades a un ús d'oficines, és a dir, a l'altell 1 i l'altell 2 de la nau industrial. Els tubs encastats podran ser rígids, corbables o flexibles i les seves característiques mínimes es descriuen a la taula 3.

**Taula 2.15.- Característiques mínimes tubs en canalitzacions encastades ordinàries en obra de fàbrica, forats de la construcció i canals protectores d'obra. (Font: Taula 3 ITC-BT-21)[1].**

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D ≥ 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

A més, els tubs hauran de tenir un diàmetre tal que permetin un fàcil allotjament i extracció dels cables o conductors aïllats. A la taula 5 de la ITC-BT-21 del REBT [1] es mostren els diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors a conduir.

**Taula 2.16.- Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del número i la secció dels conductors o cables a conduit**(Font: taula 5 apartat 1.2.1 ITC-BT-21) [1].

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Els tubs que s'instal·laran seran tubs corrugats de PVC de la marca Aiscan [60]. Les característiques generals d'aquests tubs són les següents:

- Resistència a la compressió: Lleugera.
- Resistència a l'impacte: Lleugera.
- Temperatura mínima de la instal·lació i servei: -5°C.
- Temperatura màxima de la instal·lació i servei: +60°C.
- Resistència a la corrosió de tubs metàl·lics i compostos: Protecció interior i exterior mitja.
- No propagador de flama.

Els diàmetres exteriors dels tubs que s'utilitzaran estaran detallats a l'apartat de quadres de protecció i distribució que es troben inclosos en el present capítol.

#### 2.6.5.2. Canals protectores

La instal·lació de les canals protectores que s'instal·laran a la nau industrial serà superficial i aquestes tindran unes dimensions del costat major de la secció transversal major de 16 mm. Així doncs, d'acord amb la ITC-BT-21 del REBT [1], les característiques mínimes dels canals a les canalitzacions per les instal·lacions superficials ordinàries seran les indicades a la columna de major de 16 mm a la taula 11 de la ITC-BT-11 del REBT [1] apartat 3.2. Aquesta taula és la següent:

**Taula 2.17.- Característiques mínimes per canalitzacions superficials ordinàries (Font: apartat 3.2 ITC-BT-21)[1].**

Característica	Grado	
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 16 mm	> 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·leles a les arestes de les parets que limiten el local on s'efectuarà la instal·lació.

A més, la secció eficaç dels canals protectors es determinarà a partir de l'expressió establerta a la guia tècnica de la *ITC-BT-15* [2]. Aquesta expressió és la següent:

$$S_{ef} = 1,5 \cdot K \cdot (n_1 \cdot \Phi_1^2 + n_2 \cdot \Phi_2^2 + \dots) \text{ (Eq. 3.19)}$$

On:

- K: coeficient corrector d'ompliment (1,8 pels cables amb coberta).
- ni: número de conductors de secció Si.
- $\Phi_i$ : diàmetre exterior dels conductors de secció Si [mm].
- 1,5: es té en compte una possible ampliació de secció del 50%.

Cal destacar que a la Guia tècnica de la *ITC-BT-15* [2], hi ha unes taules on es recullen algunes seccions exemple de les canals protectores per situacions estàndard que es poden prendre com a correctes.

Les canals protectores que s'instal·laran seran canals de la marca Unex [44], i compliran amb les especificacions tècniques exigides per la normativa.

Les seccions dels canals utilitzats estaran detallades a l'apartat de quadres de protecció i distribució que es troben inclosos en el present capítol. Cal destacar que les seccions de les canals protectores es calcularan en el punt més desfavorable, és a dir, el punt amb més conductors.

### 2.6.5.3. Safates metàl·liques

D'acord amb la guia tècnica d'aplicació de la *ITC-BT-21* del *REBT* [1], les safates seran no propagadores de flama i el seu traçat haurà de ser, preferentment, en línies horitzontals i verticals. Cal destacar que

les safates metàl·liques hauran de connectar-se a la xarxa de terra de manera que la seva continuïtat elèctrica quedi convenientment assegurada.

D'aquesta manera, les característiques mínimes de les safates que s'instal·laran seran les següents:

- Resistència a l'impacte: 2 J.
- Temperatura mínima d'instal·lació i servei: -5 °C.
- Temperatura màxima d'instal·lació i servei: 60 °C.
- Propietats elèctriques: continuïtat elèctrica/ aïllant.
- No propagadores de flama.

En aquest cas, la secció eficaç de les safates es determinarà de la mateixa manera que la secció eficaç de les canals protectores, és a dir, mitjançant la següent expressió establerta a la guia tècnica de la *ITC-BT-15* [2]:

$$S_{ef} = 1,5 \cdot K \cdot (n_1 \cdot \Phi_1^2 + n_2 \cdot \Phi_2^2 + \dots) \text{ (Eq. 3.20)}$$

On:

- K: coeficient corrector d'ompliment (1,8 pels cables amb coberta).
- ni: número de conductors de secció Si.
- $\Phi_i$ : diàmetre exterior dels conductors de secció Si [mm].
- 1,5: es té en compte una possible ampliació de secció del 50%.

Les safates que s'instal·laran seran safates reixeta porta cables perforades aïllants Rejiband C8 de la marca Pemsa [43], i compliran amb les especificacions tècniques exigides per la normativa.

Les seccions de les safates utilitzades estaran detallades a l'apartat de quadres de protecció i distribució que es troben inclosos en el present capítol. Cal destacar que les seccions de les safates es calcularan en el punt més desfavorable, és a dir, el punt amb més conductors.

## 2.6.6. Mecanismes

A continuació, es defineixen el conjunt de mecanismes que s'instal·laran a la nau industrial.

### 2.6.6.1. Interruptor 10 A – 250 V, IP55 i IK 07 de la sèrie Plexo de la marca Legrand [52]

Aquest tipus d'interruptors es muntaran superficialment a les parets de les següents zones de la nau industrial:

- Sales adjacents magatzem (Sala reunions, vestuari, lavabos planta baixa, sala polivalent, sala d'eines, sala manteniment i sala assajos tècnics).

La situació exacta d'aquests mecanismes es troba detallada als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

#### **2.6.6.2. Commutador 10 A – 250 V, IP55 i IK 07 de la sèrie Plexo de la marca Legrand [52]**

Aquest tipus de commutadors es muntaran superficialment a les parets de les següents zones de la nau industrial:

- Magatzem.
- Taller 1: Sala davant.
- Taller 2: Sala darrere.

La situació exacta d'aquests mecanismes es troba detallada als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

#### **2.6.6.3. Interruptor 10 A – 250 V, sèrie 82 de la marca Simon [53]**

Aquest tipus d'interruptors s'instal·laran encastats al pladur de totes les sales de l'altell 1 i l'altell 2, és a dir, les zones de la nau industrial destinades a un ús d'oficines (inclosos els lavabos de l'altell 1).

La situació exacta d'aquests mecanismes es troba detallada als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

#### **2.6.6.4. Columna de 3 elements de la sèrie Cima 500 de la marca Simon [53]**

Aquestes columnes seran de 3 elements amb 2 bases d'endoll dobles bipolars amb presa de terra lateral Schuko de 16 A – 250 V i amb un espai previst per 2 preses de veu i dades RJ45.

Aquest tipus de preses de corrent s'instal·laran a les següents sales de l'altell 1 i 2:

- Oficina tècnica de l'altell 1.
- Despatx de direcció tècnica de l'altell 1.
- Despatx de direcció administrativa de l'altell 1.
- Oficina administrativa de l'altell 2.
- Despatx de l'altell 2.
- Sala de reunions de l'altell 2.

La situació exacta d'aquests mecanismes es troba detallada als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos

#### **2.6.6.5. Caixa amb preses Schuko i preses trifàsiques de la marca Famatel [57]**

Aquestes caixes contenen dues preses de corrent monofàsiques Schuko, una presa Cetact de 16 A trifàsica i una presa Cetact de 32 A trifàsica amb les proteccions corresponents. L'armari té un grau de protecció IP44 i una resistència a l'impacte IK08.

Aquest tipus de caixes s'instal·laran a la planta baixa de la nau industrial. Se n'instal·laran un total de 6 unitats. La seva situació exacta es trobarà detallada als plànols de l'establiment industrial.

#### **2.6.6.6. Caixa amb 2 preses Schuko de la marca Famatel [57]**

Aquestes caixes contenen dues preses de corrent monofàsiques Schuko i tenen un grau de protecció IP44 i una resistència a l'impacte IK08. Són adients per treballar en entorns industrials i s'instal·laran a les següents zones de la nau industrial:

- Sala tècnica de la planta baixa de la nau industrial.
- Sala d'assajos tècnics de l'altell 1.

Cal destacar que la situació exacta d'aquestes caixes es troba als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

#### **2.6.6.7. Caixa amb 4 preses Schuko de la marca Famatel [57]**

Aquestes caixes contenen quatre preses de corrent monofàsiques Schuko i tenen un grau de protecció IP44 i una resistència a l'impacte IK08. Són adients per treballar en entorns industrials i s'instal·laran a les següents zones de la nau industrial:

- Sala tècnica de la planta baixa de la nau industrial.
- Sala d'assajos tècnics de l'altell 1.

Cal destacar que la situació exacta d'aquestes caixes es troba als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

#### **2.6.6.8. Presa de corrent 16 A – 250 V Schuko sèrie 82 de la marca Simon [53]**

Aquestes preses de corrent es muntaran encastades al pladur de les següents zones de la nau industrial:

- Lavabos altell 1.
- Despatxos altell 1.
- Oficina tècnica altell 1.
- Sala de reunions de l'altell 2.
- Despatx altell 2.

La situació exacta d'aquestes preses de corrent es troba detallada als plànols elèctrics situats als annexos del present projecte.

#### **2.6.6.9. Presa de corrent 16 A – 250 V Schuko sèrie Plexo de la marca Legrand [52]**

Aquestes preses de corrent de 16A tenen graus de protecció IP55 i IK07. Es muntaran superficialment a les parets de les següents sales:

- Lavabos PB.
- Sales adjacents del magatzem (excepte sala tècnica PB).
- Taller 1: Sala davant.
- Taller 2: Sala darrere.

Cal destacar que la situació exacta d'aquestes preses es troba als plànols elèctrics del present projecte situats als annexos.

## **2.7. Proteccions**

### **2.7.1. Protecció contra sobreintensitats**

D'acord amb el que estableix la *ITC-BT-22* del *REBT* [1], tot circuit haurà d'estar protegit contra els efectes de les sobreintensitats que puguin presentar-se en ell mateix, per la qual cosa la interrupció d'aquest circuit es realitzarà en el temps convenient o estarà dimensionat per les sobreintensitats previsibles. Les sobreintensitats poden estar motivades per:

- Sobrecàrregues degudes a aparells d'utilització.
- Curtcircuits.
- Descàrregues elèctriques atmosfèriques.

Així doncs, com que per la protecció contra sobreintensitats de la instal·lació interior s'utilitzaran interruptors magnetotèrmics de tall omipolar, aquests quedaran dimensionats a partir dels criteris establerts a la *ITC-BT-24* del *REBT* [1]:



### 2.7.1.1. Protecció contra sobrecàrregues

El límit d'intensitat de corrent admissible en un conductor ha de quedar en tot cas garantida pel dispositiu de protecció utilitzat. La intensitat nominal dels interruptors es dimensionarà per la protecció contra sobrecàrregues d'acord amb la següent expressió:

$$I_z \geq I_n \geq I_b \text{ (Eq. 3.21)}$$

On:

- $I_z$ : corrent màxima admissible del cable en funció del sistema d'utilització.
- $I_n$ : corrent nominal del dispositiu de protecció.
- $I_b$ : corrent de disseny del circuit segons la previsió de càrregues.

### 2.7.1.2. Protecció contra curtcircuits

A l'origen de tot circuit s'establirà un dispositiu de protecció contra els curtcircuits la capacitat de tall del qual estarà establerta d'acord amb la intensitat de curtcircuit que pugui presentar-se en el punt de la seva connexió.

Per tal de realitzar els càlculs de la protecció contra curtcircuits, es seguirà un mètode de càlcul simplificat que permetrà determinar si les característiques dels interruptors magnetotèrmics escollits compleixen o no amb la normativa. Aquest mètode està extret de l'article tècnic *Ejemplo de calculo de sección por el criterio de la intensidad de cortocircuito. Método Simplificado* [31]. Per aquest mètode de càlcul s'hauran de determinar dos paràmetres: la intensitat de curtcircuit màxim i la intensitat de curtcircuit mínim.

#### a) Càlcul de la intensitat de curtcircuit màxima

Per tal de calcular la intensitat de curtcircuit màxima es considerarà la línia de la instal·lació elèctrica de la nau industrial amb les condicions més desfavorables. La intensitat de curtcircuit màxima en aquest circuit es produirà amb la menor impedància dels conductors i per tant en el seu origen en borns del quadre general de comandament i protecció. Aquest valor ens servirà per saber que no es supera el poder de tall del PIA de 16 A en el quadre general de comandament i protecció (CGMP).

La *Guia-BT-Annex 3* facilita una fórmula de càlcul per obtenir la intensitat de curtcircuit considerant que la tensió de subministrament cau un 20% quan apareix el defecte. A més, es prendrà el defecte fase-neutre com el més desfavorable i es considerarà menyspreable la reactància inductiva dels cables. La resistència dels conductes per al càlcul serà a 20 °C, que és menor que a majors temperatures de

funcionament. D'aquesta manera, si s'utilitzen valors mínims d'impedància en les línies sempre s'obtindrà el curtcircuit més elevat possible.

La fórmula esmentada anteriorment és la següent:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_f}{\Sigma R} \text{ (Eq. 3.22)}$$

On:

- $I_{cc}$ : intensitat de curtcircuit de dimensionament [A].
- $U_f$ : tensió fase-neutre [V].
- $\Sigma R$ : suma de les resistències dels conductors del circuit de defecte (anada i tornada) des de l'alimentació fins el punt considerat en el que es desitja calcular el curtcircuit.

La resistència del conductor de la derivació individual serà:

$$R_{DI} = \rho \cdot \frac{L_{DI}}{S_{DI}} = 0,0179 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{2 \cdot 15 \text{ m}}{16 \text{ mm}^2} = 0,0336 \Omega \text{ (Eq. 3.23)}$$

Amb la resistència es podrà calcular la intensitat de curtcircuit màxima aplicant l'equació 3.22:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot 230 \text{ V}}{0,0336 \Omega} = 5.476,19 \text{ A}$$

Per tant, els interruptors magnetotèrmics haurien de tenir un poder de tall de 6 kA per tal de poder suportar la intensitat del curtcircuit. Tot i així, s'utilitzaran interruptors magnetotèrmics amb un poder de tall de 10 kA al tractar-se d'una indústria.

#### b) Càlcul de la intensitat de curtcircuit mínima

A continuació, es calcularà el valor de la mínima intensitat de curtcircuit per assegurar que es supera el llindar d'activació del relé de l'interruptor que protegeix el circuit. La intensitat de curtcircuit mínima es calcularà a partir de la fórmula següent:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_f}{\Sigma Z} \text{ (Eq. 3.24)}$$

On:

- $I_{cc}$ : intensitat de curtcircuit de dimensionament [A].
- $U_f$ : tensió fase-neutre [V].
- $\Sigma Z$ : suma de les impedàncies dels conductors del circuit de defecte (anada i tornada) [ $\Omega$ ].

D'aquesta manera, en primer lloc s'haurà de calcular la impedància màxima que es produirà a l'extrem del circuit. Per tant, s'utilitzaran valors de resistivitat màxima considerant també en aquest cas les reactàncies de les línies. A continuació, es mostra els càlculs efectuats.

Càlcul de la resistivitat a 70 °C:

$$\rho_{70} = \frac{1}{58} \cdot (1 + 0,00393 \cdot (T - 20)) = \frac{1}{58} \cdot (1 + 0,00393 \cdot (70 - 20)) = 0,0206 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

**(Eq 3.25)**

Càlcul de la resistència (a partir de l'equació 3.23) i reactància de la derivació individual:

$$R_{DI} = \rho \cdot \frac{L_{DI}}{S_{DI}} = 0,0206 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{2 \cdot 15 m}{16 mm^2} = 0,0386 \Omega$$

$$X_{DI} = 0,08 \frac{\Omega}{km} \cdot 15 \cdot 2 \cdot 10^{-3} m = 2,4 \cdot 10^{-3} \Omega \text{ (Eq. 3.27)}$$

Càlcul de la resistència (a partir de l'equació 3.23) i reactància del circuit més desfavorable:

$$R_{C2} = \rho \cdot \frac{L_{C2}}{S_{C2}} = 0,0206 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{2 \cdot 46 m}{2,5 mm^2} = 0,7581 \Omega$$

$$X_{C2} = 0,08 \cdot \frac{\Omega}{km} \cdot 46 \cdot 2 \cdot 10^{-3} m = 7,36 \cdot 10^{-3} \Omega \text{ (Eq. 3.26)}$$

Un cop calculades les resistències i les reactàncies es calcularà la intensitat de curtcircuit mínima aplicant l'equació 3.24:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot 230 V}{\sqrt{(0,0386 \Omega + 0,7581 \Omega)^2 + (2,4 \cdot 10^{-3} \Omega + 7,36 \cdot 10^{-3} \Omega)^2}} = 230,94 A$$

Els interruptors magnetotèrmics escollits són de corba C i una protecció amb corba C necessita una intensitat de curtcircuit superior a 10 vegades la seva intensitat nominal perquè actuï correctament. Com que el circuit està protegit per un interruptor magnetotèrmics de 16 A d'intensitat nominal:

$$16 \cdot 10 = 160 A < 230,94 A$$

Per tant, es pot afirmar que el circuit està protegit correctament.

### 2.7.2. Protecció contra sobretensions

Una sobretensió és una tensió elevada que apareix a la instal·lació i que pot superar la tensió màxima admissible tant en cables com en receptors. La conseqüència de les sobretensions és que es poden produir danys a la instal·lació i als equips elèctrics. Les sobretensions poden ser de dos tipus diferents:

- Sobretensions permanents.
- Sobretensions transitòries.

Per determinar el tipus de protecció contra les sobretensions a instal·lar se seguirà la *ITC-BT-23* del *REBT* [1]. Cal tenir en compte que amb l'entrada en vigor del *Vademècum de febrer de 2014 de Fecsa-Endesa* [5], la instal·lació de la protecció contra les sobretensions transitòries va passar a ser obligatòria.

Com que la instal·lació de la nau industrial del present projecte està alimentada per una xarxa subterrània en la seva totalitat, es preveu un risc baix de sobretensions. D'aquesta manera, es consideraran com a suficients les resistències a les sobretensions que s'exposen a la taula 1 de la *ITC-BT-23* del *REBT* [1]. A més, com que la instal·lació no presenta cap aparell especialment sensible a les sobretensions es considerarà que els elements de la instal·lació són de categoria IV. A la taula 1, es pot observar que la tensió suportada per equips i materials de categoria IV en sistemes trifàsics de 230/400 V és de 6 kV.

### 2.7.3. Protecció contra contactes directes i indirectes

La protecció contra contactes directes es realitzarà d'acord amb la *ITC-BT-24* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, les mesures que s'adoptaran per la protecció contra contactes directes i indirectes son les següents:

#### 2.7.3.1. Protecció contra contactes directes

Tal com estableix la *ITC-BT-24* del *REBT* [1], aquesta protecció consisteix en prendre mesures destinades a protegir les persones contra perills que puguin derivar-se d'un contacte amb parts actives de materials elèctrics. Els mitjans que s'utilitzaran per protegir contra contactes directes dels que s'indiquen a la *ITC-BT-24* del *REBT* [1] són:

- Els nivells d'aïllament dels conductors de la instal·lació elèctrica seran els adients segons el seu mètode d'instal·lació i compliran amb el *REBT*.
- Els dispositius de comandament i protecció s'instal·laran a l'interior d'envoltants que tindran un grau de protecció de com a mínim IP4X.

### 2.7.3.2. Protecció contra els contactes indirectes

La protecció contra contactes indirectes es realitzarà mitjançant el tall automàtic de l'alimentació. Aquesta protecció està destinada a impedir que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps suficientment llarg tal que pugui donar com a resultat un risc. La tensió límit convencional és igual a 50 V, valor eficaç en corrent alterna en condicions normals. Tot i així, en el present projecte la tensió de contacte més restrictiva serà la exigida als llocs considerats com a humits. Aquesta tensió està especificada a la guia tècnica de la *ITC-BT-30* del *REBT* [1] i és de 24 V.

L'esquema de distribució, tal i com ja s'ha descrit anteriorment, serà TT. En aquest tipus d'esquema, totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció han d'estar interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra. D'aquesta manera, els dispositius de protecció que s'utilitzaran seran els següents:

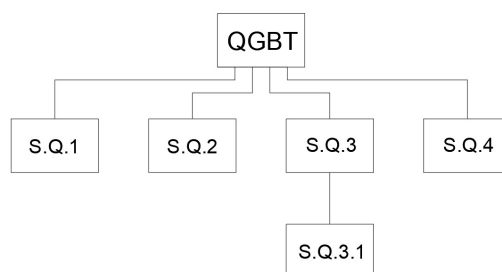
- Dispositius de protecció contra corrent diferencial residual.
- Dispositius de protecció de màxima corrent.

Per la protecció de contactes indirectes s'utilitzaran interruptors de corrent diferencial residual. Els diferencials que s'instal·laran que protegeixin les línies dels subquadres principals seran diferencials selectius amb baixa sensibilitat (300 mA) mentre que la resta de diferencials que s'instal·lin tindran una sensibilitat de 30 mA.

## 2.8. Quadres de protecció i distribució

### 2.8.1. Arquitectura de la instal·lació

L'arquitectura de la instal·lació elèctrica de l'establiment industrial del present projecte es dividirà en tres nivells diferents. A la figura que es mostra a continuació es pot observar la distribució de la instal·lació:



**Figura 2.3.-** Representació de l'arquitectura de la instal·lació elèctrica.

On:

- QGBT: quadre general de baixa tensió (o quadre general de comandament i protecció).
- SQ.1: subquadre zona oficina administrativa a l'altell 2.
- SQ.2: subquadre zona taller 1: Sala davant.
- SQ.3: subquadre zona taller 2: Sala darrere.
- SQ.4: subquadre oficina tècnica altell 1.
- SQ.3.1: subquadre pati exterior.

La previsió de potència per cada quadre de la instal·lació elèctrica serà el sumatori de les càrregues que alimentaran. Cal destacar que el dimensionament de la instal·lació elèctrica s'ha realitzat per cada una de les línies tenint en compte la potència de la instal·lació receptora, és a dir, a partir de les potències màximes que pot suportar cada línia. Així doncs, les potències de la instal·lació receptora per cada un dels quadres elèctrics es resumeixen a la següent taula:

**Taula 2.18.-** Previsió de potència per cada quadre elèctric.

QUADRE ELÈCTRIC	POTÈNCIA PREVISTA [W]
QGBT	89.549
SQ.1	3.784
SQ.2	25.937
SQ.3	27.607
SQ.4	14.893
SQ.3.1	1.406

Tal i com ja s'ha explicat anteriorment a l'apartat de previsió de càrregues del present projecte, els càlculs justificatius de la potència prevista a cada quadre elèctric, i també de la secció i de la caiguda de tensió s'han realitzat conjuntament mitjançant un full de càlcul Excel creat a partir del Model ELEC3 [50]. Tot i així, en aquest apartat del present projecte s'han adjuntat unes taules resum que contenen les dades utilitzades pel dimensionament de la instal·lació elèctrica. Cal recordar que el dimensionament de la instal·lació elèctrica es farà respecte la potència de la instal·lació receptora (P2), tal i com s'ha esmentat anteriorment, d'acord amb la instrucció 1/2014 de 19 de març, de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya [3], definida a l'apartat de càlcul de potències. Tot i així, s'aplicarà un factor de simultaneïtat de 0,8 a la línia del subquadre 2 i un factor de simultaneïtat de 0,7 a la línia del subquadre 3 per fer el dimensionament.

## 2.8.2. Quadre general de baixa tensió

### 2.8.2.1. Circuits

Les línies presents al quadre general de baixa tensió són les que es mostren a continuació:

- Enllumenat campanes industrials magatzem (C1.1).
- Enllumenat entrada magatzem (C1.2).
- Enllumenat lavabos planta baixa (C1.3).
- Enllumenat sales adjacents magatzem (C1.4).
- Llums emergència magatzem, lavabos i sales adjacents (C1.5).
- Força lavabos PB (C1.6).
- Força I endolls zona magatzem (C1.7).
- Força III endolls zona magatzem (C1.8).
- Línia clima unitat exterior (C1.9).
- Línia clima unitats interiors Altell 1 (C1.10).
- Línia clima unitats interiors Altell 2 (C1.11).
- Central convencional de detecció d'incendis per 8 zones (C1.12).
- Línia a subquadre oficina administrativa (SQ.1).
- Línia a subquadre taller 1: Sala davant (SQ.2).
- Línia a subquadre taller 2: Sala darrere (SQ.3).
- Línia a subquadre oficina tècnica (SQ.4).

L'esquema unifilar d'aquest quadre elèctric es trobarà inclòs als esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica als plànols i esquemes del present projecte.

#### **2.8.2.2. Resultats obtinguts**

A continuació, es mostren els resultats obtinguts, resumits a la taula següent, dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel, per tal de dimensionar correctament els conductors.





**Taula 2.19.- Taula resum amb els resultats del QGBT.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C1.1	620	1,00	1,00	1,00	620	230	0,90	35	0,49	1,5	3,00	24	0,75	18	3	>	0,98	18	≥	10	≥	3,00
C1.2	275	1,00	1,00	1,00	275	230	0,90	18	0,11	1,5	1,30	15	1,00	15	3	>	0,22	15	≥	10	≥	1,30
C1.3	110	1,00	1,00	1,00	110	230	0,90	12	0,03	1,5	0,50	15	1,00	15	3	>	0,06	15	≥	10	≥	0,50
C1.4	396	1,00	1,00	1,00	396	230	0,90	46	0,41	1,5	1,90	24	0,75	18	3	>	0,82	18	≥	10	≥	1,90
C1.5	132	1,00	1,00	1,00	132	230	0,90	38	0,11	1,5	0,60	15	1,00	15	3	>	0,23	15	≥	10	≥	0,60
C1.6	6.900	1,25	0,20	0,25	431	230	0,85	21	0,12	2,5	2,20	21	1,00	21	5	>	0,24	21	≥	16	≥	2,20
C1.7	6.900	1,25	0,20	0,25	431	230	0,85	21	0,12	2,5	2,20	21	1,00	21	5	>	0,24	21	≥	16	≥	2,20
C1.8	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	400	0,85	56	0,16	2,5	2,20	19	1,00	19	5	>	0,32	19	≥	16	≥	2,20
C1.9	10.510	1,25	1,00	1,00	13.138	400	0,85	30	0,88	6,0	22,30	40	0,75	30	5	>	0,73	30	≥	25	≥	22,30
C1.10	220	1,25	1,00	1,00	275	230	0,85	34	0,13	1,5	1,40	20	0,75	15	5	>	0,42	15	≥	10	≥	1,40
C1.11	130	1,25	1,00	1,00	163	230	0,85	32	0,07	1,5	0,80	20	0,75	15	5	>	0,23	15	≥	10	≥	0,80
C1.12	65	1,00	1,00	1,00	65	230	0,85	6	0,01	1,5	0,30	20	0,75	15	5	>	0,02	15	≥	10	≥	0,30
SQ.1	3.784	1,00	1,00	1,00	3.784	400	1,00	10	0,08	4,0	5,50	31	0,75	23	5	>	0,11	23	≥	20	≥	5,50
SQ.2	32.421	1,00	0,80	1,00	25.937	400	1,00	22	1,27	10,0	37,40	54	0,75	41	5	>	0,64	41	≥	40	≥	37,40
SQ.3	39.439	1,00	0,70	1,00	27.607	400	1,00	30	1,85	10,0	39,80	54	0,75	41	5	>	0,92	41	≥	40	≥	39,80
SQ.4	14.893	1,00	1,00	1,00	14.893	400	1,00	27	0,90	6,0	21,50	40	0,75	30	5	>	0,75	30	≥	25	≥	21,50

Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els valors màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

A més, com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles extretes de la *ITC-BT-19* del *REBT* [1], i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del quadre general de baixa tensió.

### 2.8.2.3. Dimensionament de les canalitzacions i tipus de conductor

A la taula que es mostra a continuació, es mostren el tipus de canalització escollit per cada circuit i les dimensions que presenten i el tipus de conductor que protegiran.

**Taula 2.20.-** Tipus de canalització escollida per cada circuit, dimensions, i tipus de conductor.

CIRCUIT	TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS CALCULADES	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
C1.1	Safata	116,37 mm <sup>2</sup>	100x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C1.2	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.3	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.4	Safata	116,37 mm <sup>2</sup>	100x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C1.5	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.6	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.7	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.8	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C1.9	Safata	116,37 mm <sup>2</sup>	100x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C1.10	Safata	116,37 mm <sup>2</sup>	100x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C1.11	Safata	116,37 mm <sup>2</sup>	100x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C1.12	Canal	618 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
SQ.1	Canal	865 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
SQ.2	Canal	4211 mm <sup>2</sup>	40x110 mm	RZ1-K 0,6/1kV
SQ.3	Canal	1128 mm <sup>2</sup>	40x60 mm	RZ1-K 0,6/1kV

En aquest cas, tots els tubs de la taula anterior seran tubs rígids de PVC de la marca Aiscan [60] fixats superficialment a les parets de formigó i al sostre de l'entrada de la nau industrial els tubs dels circuits C1.1 i C1.2.

### 2.8.2.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 IGA de 63 A, 4P amb un protector de sobretensions transitòries i permanents incorporat.
- 6 interruptors diferencials de 40 A /2P /30 mA.

- 4 interruptors diferencials de 40 A /4P /30 mA.
- 4 interruptor diferencials selectius de 40 A /4P /300 mA.
- 7 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 3 interruptors magnetotèrmics de 16A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptor magnetotèrmic de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 2 interruptors magnetotèrmics de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 3 interruptors magnetotèrmics de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptors magnetotèrmics de 20 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.

#### **2.8.2.5. Envoltant**

Els conjunt de dispositius de comandament i protecció del quadre general de baixa tensió aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 24 de la marca Schneider amb porta cega de 120 mòduls repartits en 5 files amb referència de l'armari PRA13815 i de la porta PRA16524, amb una protecció IP40 i IK09. Les seves dimensions son de 900x550x148 mm, altura amplada i profunditat, respectivament [54].

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

#### **2.8.3. Subquadre 1 zona oficina administrativa**

##### **2.8.3.1. Circuits**

Els circuits presents en el subquadre de la zona de l'oficina administrativa de l'establiment industrial són els següents:

- Enllumenat panells LED (C2.1).
- Enllumenat emergència altell 2 (C2.2).
- Impressora (C2.3).
- Força endolls (C2.4).
- Ordinadors (C2.5).
- Servidor (C2.6).

L'esquema unifilar d'aquest quadre elèctric es trobarà inclòs als esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica inclosos als plànols i esquemes dels present projecte.

### 2.8.3.2. Resultats obtinguts

A continuació, es mostren els resultats obtinguts, resumits a la taula adjuntada a la següent pàgina, dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel, per tal de dimensionar correctament els conductors a partir del criteri de caiguda de tensió.

**Taula 2.21.- Taula resum amb els resultats del subquadre 1 zona oficina administrativa.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C2.1	585	1,00	1,00	1,00	585	230	0,90	28	0,37	1,5	2,80	15	1,00	15	3	>	1,23	15	≥	10	≥	2,80
C2.2	30	1,00	1,00	1,00	30	230	0,90	24	0,02	1,5	0,10	15	1,00	15	3	>	0,52	15	≥	10	≥	0,10
C2.3	250	1,25	1,00	1,00	313	230	0,85	21	0,09	2,5	1,60	21	1,00	21	5	>	0,67	21	≥	16	≥	1,60
C2.4	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	230	0,85	26	0,45	2,5	6,60	21	1,00	21	5	>	1,40	21	≥	16	≥	6,60
C2.5	750	1,25	1,00	1,00	938	230	0,85	35	0,44	2,5	4,80	21	1,00	21	5	>	1,38	21	≥	16	≥	4,80
C2.6	500	1,25	1,00	1,00	625	230	0,85	8	0,07	2,5	3,20	21	1,00	21	5	>	0,62	21	≥	16	≥	3,20

Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

Com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles extretes de la *ITC-BT-19* del *REBT* [1] i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del subquadre 1.

### 2.8.3.3. Dimensionament de les canalitzacions i tipus de conductor

A la taula que es mostra a continuació, es mostren el tipus de canalització escollit per cada circuit i les dimensions que presenten i el tipus de conductor de la línia.

**Taula 2.22.- Tipus de canalització escollida per cada circuit, dimensions i tipus de conductor.**

CIRCUIT	TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
C2.1	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.2	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.3	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.4	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.5	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.6	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.7	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V
C2.8	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750 V

Cal destacar que els tubs de la taula anterior seran tubs corrugats encastats quan la instal·lació sigui entre les parets de pladur i amb tubs rígids fixats superficialment quan la instal·lació sigui a les parets de formigó de la nau industrial.

### 2.8.3.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 3 interruptors diferencials de 40 A/2P /30 mA.
- 2 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 4 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, i 10 kA de poder de tall i corba C.

#### **2.8.3.5. Envoltant**

Els conjunt de dispositius de comandament i protecció del subquadre 1 aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 18 de la marca Schneider amb porta cega de 36 mòduls repartits en 2 files amb referència de l'armari PRA10262 i de la porta PRA16218, amb una protecció IP40 i IK09. Les seves dimensions son 450x426x125 mm, altura amplada i profunditat, respectivament.[54]

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

#### **2.8.4. Subquadre 2 zona taller 1: Sala davant**

##### **2.8.4.1. Circuits**

Els circuits presents en el subquadre de la zona del taller 1: sala davant, que comprendrà el conjunt de receptors elèctrics de la sala taller 1: Sala davant de l'establiment industrial són els següents:

- Enllumenat taller 1 : sala davant (C3.1).
- Enllumenat d'emergència taller 1: sala davant (C3.2).
- Força 1 endolls taller: sala davant (C3.3).
- Línia premses taller 1: sala davant (C3.4).
- Pèndol MC18 taller 1: sala davant (C3.5).
- Línia duròmetres taller 1: sala davant (C3.6).
- Espectrògraf M21 Argon taller 1: sala davant (C3.7).
- Línia forns taller 1: sala davant (C3.8).

L'esquema unifilar d'aquest quadre elèctric es trobarà inclòs als esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica inclosos als plànols i esquemes dels present projecte.

##### **2.8.4.2. Resultats obtinguts**

A continuació, es mostren els resultats obtinguts, resumits a la taula següent, dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel.

**Taula 2.23.- Resultats obtinguts conductors del subquadre 2: Taller sala davant.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C3.1	660	1,00	1,00	1,00	660	230	0,90	36	0,53	1,5	3,19	24	0,75	18	3	>	2,18	18	≥	10	≥	3,19
C3.2	42	1,00	1,00	1,00	42	230	0,90	18	0,02	1,5	0,20	24	0,75	18	3	>	1,14	18	≥	10	≥	0,20
C3.3	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	230	0,85	27	0,47	1,5	6,62	24	0,75	18	5	>	2,68	18	≥	16	≥	6,62
C3.4	12.800	1,25	1,00	1,00	16.000	400	0,85	11	0,39	6,0	27,20	46	0,75	35	5	>	0,96	35	≥	32	≥	27,20
C3.5	300	1,25	1,00	1,00	375	230	0,85	14	0,07	1,5	1,90	24	0,75	18	5	>	1,34	18	≥	10	≥	1,90
C3.6	400	1,25	1,00	1,00	500	230	0,85	34	0,23	1,5	2,60	24	0,75	18	5	>	1,87	18	≥	10	≥	2,60
C3.7	650	1,00	1,00	1,00	650	230	0,85	28	0,25	1,5	3,30	24	0,75	18	5	>	1,93	18	≥	10	≥	3,30
C3.8	12.900	1,00	1,00	1,00	12.900	400	0,85	21	0,60	4,0	21,90	36	0,75	27	5	>	1,39	27	≥	25	≥	21,90



Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

Com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del subquadre 2.

#### 2.8.4.3. Dimensionament de les canalitzacions i tipus de conductor

En aquest cas, tots els circuits aniran amb una safata de reixeta Rejiband model C8 [58] amb les dimensions que es mostren a la següent taula. Cal destacar que les dimensions de la safata s'han calculat pel cas més desfavorable.

**Taula 2.24.-** Tipus de canalització escollida, dimensions i tipus de conductor.

TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
Safata	584,96 mm <sup>2</sup>	60x200 mm	RZ1-K 0,6/1kV

Cal destacar que el recorregut des de la caixa de derivació, un cop el conductor surt de la safata de reixeta, fins al receptor elèctric, tots els circuits estaran protegits per una canalització en tub rígid de PVC de la marca Aiscan de 20 mm de diàmetre [60] fixat superficialment a les parets de formigó de la nau industrial.

#### 2.8.4.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 interruptor magnetotèrmic de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 5 interruptors diferencials de 40 A /2P /30 mA.
- 2 interruptors diferencials de 40 A /4P /30 mA.
- 5 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptors magnetotèrmics de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptors magnetotèrmics de 32 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.

#### 2.8.4.5. Envoltant

El conjunt de dispositius de comandament i protecció del subquadre 2 aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 18 de la marca Schneider amb porta cega de 54 mòduls repartits en 3 files amb referència de l'armari PRA10263 i de la porta PRA16318, amb una protecció IP40 i IK09. Les seves dimensions són 600x426x125 mm, altura amplada i profunditat, respectivament. [54]

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

#### 2.8.5. Subquadre 3 taller 2: Sala darrere

##### 2.8.5.1. Circuits

Els circuits inclosos al subquadre 3 taller 2: Sala darrere són els que es descriuen a continuació:

- Enllumenat 2 taller: sala darrere (C4.1).
- Força 2 endolls taller: sala darrere (C4.2).
- Línia serra-polidores-taladre taller 2: sala darrere (C4.3).
- Línia tronçadores taller 2: sala darrere (C4.4).
- Fresadora (1) Gran taller 2: sala darrere (C4.5).
- Fresadora (2) Petita taller 2: sala darrere (C4.6).
- Torn taller 2: sala darrere (C4.7).
- Fresadora Correa F3UE taller 2: sala darrere (C4.8).
- Serra (1) taller 2: sala darrere (C4.9).
- Serra (2) Petita taller 2: sala darrere (C4.10).
- Serra (3) Mitjana taller 2: sala darrere (C4.11).
- Línia SQ2.1 a subquadre pati exterior (C4.12).

##### 2.8.5.2. Resultats obtinguts

A continuació, es mostren els resultats obtinguts, resumits a la taula següent, dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel.

**Taula 2.25.- Resultats obtinguts conductors del subquadre 3: Taller sala darrere.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C4.1	660	1,00	1,00	1,00	660	230	0,90	36	0,53	1,5	3,20	24	0,75	18	3	>	2,22	18	≥	10	≥	3,20
C4.2	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	230	0,85	27	0,47	1,5	6,60	24	0,75	18	5	>	2,72	18	≥	16	≥	6,60
C4.3	54	1,00	1,00	1,00	54	230	0,90	21	0,03	1,5	0,30	24	0,75	18	3	>	1,20	18	≥	10	≥	0,30
C4.4	3.450	1,25	1,00	1,00	4.313	400	0,85	12	0,12	1,5	7,30	20	0,75	15	5	>	1,05	15	≥	10	≥	7,30
C4.5	4.900	1,25	1,00	1,00	6.125	400	0,85	15	0,21	2,5	10,40	27	0,75	20	5	>	1,07	20	≥	16	≥	10,40
C4.6	2.200	1,25	1,00	1,00	2.750	230	0,85	8	0,30	1,5	14,10	24	0,75	18	5	>	2,14	18	≥	16	≥	14,10
C4.7	2.400	1,25	1,00	1,00	3.000	400	0,85	14	0,09	1,5	5,10	20	0,75	15	5	>	0,97	15	≥	10	≥	5,10
C4.8	4.650	1,25	1,00	1,00	5.813	400	0,85	11	0,14	1,5	9,90	20	0,75	15	5	>	1,14	15	≥	10	≥	9,90
C4.9	5.520	1,25	1,00	1,00	6.900	400	0,85	19	0,29	2,5	11,70	27	0,75	20	5	>	1,25	20	≥	16	≥	11,70
C4.10	2.500	1,25	1,00	1,00	3.125	400	0,85	18	0,13	1,5	5,30	20	0,75	15	5	>	1,08	15	≥	10	≥	5,30
C4.11	1.100	1,25	1,00	1,00	1.375	400	0,85	17	0,05	1,5	2,30	20	0,75	15	5	>	0,83	15	≥	10	≥	2,30
C4.12	2.100	1,25	1,00	1,00	2.625	400	0,85	16	0,09	1,5	4,50	20	0,75	15	5	>	0,97	15	≥	10	≥	4,50
SQ.3.1	2.869	1,00	1,00	1,00	1.406	400	1,00	9	0,03	4,0	2,00	36	0,75	27	5	>	0,70	27	≥	20	≥	2,00

Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

Com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del subquadre 3.

### 2.8.5.3. Dimensionament de les canalitzacions i tipus de conductor

En aquest cas, tots els circuits aniran amb una safata de reixeta Rejiband model C8 [58] amb les dimensions que es mostren a la següent taula. Cal destacar que les dimensions de la safata s'han calculat pel cas més desfavorable.

**Taula 2.26.- Tipus de canalització escollida, dimensions i tipus de conductor.**

TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
Safata	584,96 mm <sup>2</sup>	60x200 mm	RZ1-K 0,6/1kV

Cal destacar que en el recorregut des de la caixa de derivació, un cop el conductor surt de la safata de reixeta, fins al receptor elèctric tots els circuits estaran protegits per una canalització en tub rígid de PVC de la marca Aiscan de 20 mm de diàmetre fixat superficialment a les parets de formigó de la nau industrial [60].

### 2.8.5.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 interruptor magnetotèrmic de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 3 interruptors diferencials de 40 A /2p /30 mA.
- 9 interruptors diferencials 40 A /4P /30 mA.
- 2 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 2 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 6 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 2 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.

#### 2.8.5.5. Envoltant

Els conjunt de dispositius de comandament i protecció del subquadre 3 aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 24 de la marca Schneider amb porta cega de 120 mòduls repartits en 5 files amb referència de l'armari PRA13815 i de la porta PRA16524, amb una protecció IP40 i IK09. Les seves dimensions son 900x550x148 mm, altura amplada i profunditat, respectivament [54].

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

#### 2.8.6. Subquadre 4 zona oficina tècnica

##### 2.8.6.1. Circuits

Els circuits presents en el subquadre de la zona de l'oficina tècnica situada a l'altell 1 són els següents:

- Enllumenat 1 panells LED (C5.1).
- Enllumenat 2 Downlight lavabos i entrada (C5.2).
- Enllumenat emergència altell 1 (C5.3).
- Força 1 oficina tècnica (C5.4).
- Força 2 oficina tècnica (C5.5).
- Ordinadors (C5.6).
- Nevera (C5.7).
- Microones (C5.8).
- Línia macros/micros (C5.9).
- Línia polidores (C5.10).
- Extractor macro (C5.11).
- Extractor 2 (C5.12).
- Línia banys (C5.13).

L'esquema unifilar d'aquest quadre elèctric es trobarà inclòs als esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica inclosos als plànols i esquemes dels present projecte.

##### 2.8.6.2. Resultats obtinguts

A continuació, es mostren els resultats obtinguts dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel, per tal de dimensionar correctament els conductors a partir del criteri de caiguda de tensió resumits a la taula següent.

**Taula 2.27.- Resultats obtinguts conductors del subquadre 4 zona oficina tècnica.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C5.1	975	1,00	1,00	1,00	975	230	0,90	30	0,66	2,5	4,70	21	1,00	21	3	>	2,09	21	≥	10	≥	4,70
C5.2	66	1,00	1,00	1,00	66	230	0,90	25	0,04	1,5	0,30	15	1,00	15	3	>	1,38	15	≥	10	≥	0,30
C5.3	54	1,00	1,00	1,00	54	230	0,90	34	0,04	1,5	0,30	15	1,00	15	3	>	1,38	15	≥	10	≥	0,30
C5.4	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	230	0,85	36	0,63	2,5	6,60	21	1,00	21	5	>	2,56	21	≥	16	≥	6,60
C5.5	20.700	1,25	0,20	0,25	1.294	230	0,85	36	0,63	2,5	6,60	21	1,00	21	5	>	2,56	21	≥	16	≥	6,60
C5.6	1.000	1,25	1,00	1,00	1.250	230	0,85	27	0,46	2,5	6,40	21	1,00	21	5	>	2,21	21	≥	16	≥	6,40
C5.7	300	1,25	1,00	1,00	375	230	0,85	16	0,08	2,5	1,90	21	1,00	21	5	>	1,46	21	≥	16	≥	1,90
C5.8	1.000	1,25	1,00	1,00	1.250	230	0,85	16	0,27	2,5	6,40	21	1,00	21	5	>	1,84	21	≥	16	≥	6,40
C5.9	1.085	1,00	1,00	1,00	1.085	230	0,85	34	0,50	1,5	5,50	24	0,75	18	5	>	2,96	18	≥	10	≥	5,50
C5.10	2.100	1,25	1,00	1,00	2.625	400	0,85	22	0,13	1,5	4,50	20	0,75	15	5	>	1,18	15	≥	10	≥	4,50
C5.11	700	1,25	1,00	1,00	875	400	0,85	25	0,05	1,5	1,50	20	0,75	15	5	>	0,91	15	≥	10	≥	1,50
C5.12	300	1,25	1,00	1,00	375	230	0,85	25	0,13	1,5	1,90	24	0,75	18	5	>	1,72	18	≥	10	≥	1,90
C5.13	2.700	1,25	1,00	1,00	3.375	400	0,85	22	0,17	1,5	5,70	20	0,75	15	5	>	1,30	15	≥	10	≥	5,70

Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

Com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del quadre de de baixa tensió.

### 2.8.6.3. Dimensionament de les canalitzacions

A la taula que es mostra a continuació, es mostren el tipus de canalització escollit per cada circuit i les dimensions que presenten a més del tipus de conductor de coure escollit per cada cas.

**Taula 2.28.- Tipus de canalització escollida per cada circuit i dimensions.**

CIRCUIT	TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
C4.1	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.2	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.3	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.4	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.5	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.6	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.7	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.8	Tub	-	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C4.9	Canal	618 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C4.10	Canal	865 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C4.11	Canal	865 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C4.12	Canal	618 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV
C4.13	Canal	865 mm <sup>2</sup>	30x40 mm	RZ1-K 0,6/1kV

Cal destacar que els tubs seran tubs corrugats de PVC de la marca Aiscan [60] quan s'instal·lin encastats entre les parets de pladur.

### 2.8.6.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 5 interruptors diferencials de 40 A /2p /30 mA.
- 4 interruptors diferencials 40 A /4P /30 mA.

- 3 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 7 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 3 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.

#### **2.8.6.5. Envoltant**

Els conjunt de dispositius de comandament i protecció del subquadre 4 aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 24 de la marca Schneider amb porta cega de 96 mòduls repartits en 4 files amb referència de l'armari PRA13814 i de la porta PRA16424, amb una protecció IP40 i IK09. Les seves dimensions son 750x550x148 mm, altura amplada i profunditat, respectivament [54].

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

#### **2.8.7. Subquadre 3.1 zona pati exterior**

##### **2.8.7.1. Circuits**

Els circuits presents en el subquadre de la zona del pati exterior que l'armari del qual estarà situat al taller: sala darrere són els següents:

- Enllumenat pati exterior (C6.1).
- Força pati exterior (C6.2).
- Radials (moles) (C6.3).

L'esquema unifilar d'aquest quadre elèctric es trobarà inclòs als esquemes unifilars de la instal·lació elèctrica inclosos als plànols i esquemes dels present projecte.

##### **2.8.7.2. Resultats obtinguts**

A continuació, es mostren els resultats obtinguts dels càlculs realitzats amb el full de càlcul Excel, per tal de dimensionar correctament els conductors a partir del criteri de caiguda de tensió resumits a la taula següent.



**Taula 2.29.- Resultats obtinguts conductors del subquadre 3.1 zona pati exterior.**

Circuit	Pot. Prevista [W]	Fc	Fs	Fu	Pot. Total calculada [W]	Tensió [V]	cosφ	Long [m]	Secció calculada [mm <sup>2</sup> ]	Secció a instal·lar [mm <sup>2</sup> ]	Intensitat circuit [A]	IMA Taula ITC-BT-19 [A]	Factor agrupament	IMA corregit [A]	e[%] REBT	>	e[%] càlcul	Iz[A]	≥	In[A]	≥	Ib[A]
C6.1	100	1,00	1,00	1,00	100	230	0,90	12	0,03	1,5	0,50	15	1,00	15	3	>	1,37	15	≥	10	≥	0,50
C6.2	6.900	1,25	0,20	0,25	431	230	0,85	21	0,12	2,5	2,20	21	1,00	21	5	>	1,56	21	≥	16	≥	2,20
C6.3	700	1,25	1,00	1,00	875	230	0,85	25	0,30	1,5	4,50	15	1,00	15	5	>	2,30	15	≥	10	≥	4,50

Tal i com es pot observar, amb les seccions exposades a la taula anterior no es superen els màxims admissibles de caiguda de tensió permesos per la *ITC-BT-15* del *REBT* [1]. D'aquesta manera, queda correctament justificada i dimensionada la instal·lació elèctrica corresponent als conductors de la instal·lació.

Com que les intensitats nominals dels interruptors magnetotèrmics es troben dins de l'interval, és a dir, en tots els casos són menors o iguals a les intensitats màximes admissibles i majors o iguals a la intensitat calculada, queda justificat correctament el dimensionament de les proteccions dels circuits del subquadre 3.1.

### 2.8.7.3. Dimensionament de les canalitzacions

A la taula que es mostra a continuació, es mostren el tipus de canalització escollit per cada circuit i les dimensions que presenten.

**Taula 2.30.-** Tipus de canalització escollida per cada circuit i dimensions.

CIRCUIT	TIPUS DE CANALITZACIÓ	DIMENSIONS A INSTAL·LAR	TIPUS CONDUCTOR Cu
C6.1	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C6.2	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V
C6.3	Tub	16 mm de diàmetre	H07Z1-K 750V

En aquest cas, els tubs seran tubs rígids de PVC de la marca Aiscan [60].

### 2.8.7.4. Aparellatge

L'aparellatge que s'instal·larà al quadre general de baixa tensió serà el següent:

- 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptor diferencial de 40 A/ 2P/ 30 mA.
- 2 interruptor magnetotèrmic de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.
- 1 interruptors magnetotèrmics de 16, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.

### 2.8.7.5. Envoltant

Els conjunt de dispositius de comandament i protecció del subquadre 3.1 aniran instal·lats a un armari modular de superfície Pragma 18 amb porta cega de la marca Schneider de 18 mòduls en 1 fila amb referència PRA10261, i referència de la porta cega referència PRA16118 amb una protecció IP40 i IK07. Les seves dimensions són 300x426x125 mm, altura amplada i profunditat, respectivament [54].

Cal destacar que s'ha de deixar entre un 20% d'espai addicional de previsió a l'armari que ja s'ha tingut en compte per calcular el nombre total de mòduls necessaris.

### 3. Capítol 3: Sistema d'enllumenat

En aquest capítol s'explicaran i descriuran els requisits mínims que ha de complir el sistema d'enllumenat de la nau industrial i les solucions adoptades pel seu compliment.

#### 3.1. Objecte i àmbit d'aplicació

Aquest capítol de la memòria té per objecte el compliment de les necessitats i requisits mínims d'il·luminació de totes les zones de l'establiment industrial, així com la seva justificació per tal de complir amb la normativa vigent.

Pel que fa a l'enllumenat general de les zones de treball de la nau industrial complirà amb el que s'estableix al *RD 486/1997* [9], pel qual s'estableixen les condicions mínimes de seguretat i salut dels llocs de treball. En canvi, l'enllumenat d'emergència de l'establiment industrial haurà de complir amb el *RSCIEI* [6], pel qual es regula la seguretat en cas d'incendi dels establiments industrials.

Per últim, tant l'enllumenat general com el d'emergència hauran de complir amb el que s'estableix al *DB SUA* [8]. Aquest reglament estableix les regles i procediments que permeten complir les exigències bàsiques de seguretat d'utilització i d'accessibilitat.

#### 3.2. Requisits de la instal·lació interior

##### 3.2.1. Nau industrial

###### 3.2.1.1. Enllumenat general

L'enllumenat general de l'interior de la nau industrial haurà de complir els nivells mínims d'il·luminació que estan establerts al *RD 486/1997* [9]. S'ha de tenir en compte que la il·luminació de cada zona o part d'un lloc de treball haurà d'adaptar-se a les característiques de l'activitat que s'hi efectui tenint en compte els riscos per a la seguretat i salut dels treballadors dependents de les condicions de visibilitat i les exigències visuals de les tasques desenvolupades.

Així doncs, en el present projecte, per l'activitat que es duu a terme a la nau industrial serà considerada de moderada exigència visual, per tant, el nivell mínim d'il·luminació serà de 200 lx. A més, per les vies de circulació d'ús habitual i per les àrees d'ús ocasional el nivell mínim d'il·luminació segons el que hi ha exigít al *RD 486/1997* [9] serà de 50 lx.

Per tal d'assegurar el compliment dels mínims que exigeix el RD 486/1997 [9] es prendran com a referència els valors de la taula 5 de la Norma UNE EN 12464-1 [10]. Aquesta normativa estableix els valors recomanables d'il·luminació per llocs de treball interiors que satisfacin les necessitats de confort i exigències visuals. D'aquesta manera, s'assegurarà el compliment dels nivells mínims d'il·luminació.

Per tal de fer un estudi lumínic amb més facilitat, es dividirà l'establiment industrial en les següents zones, i com ja s'ha explicat anteriorment, s'escollirà un valor d'il·luminació de la taula 5 de la Norma UNE EN 12464-1 [10]. A continuació, es mostra una taula amb les zones i els valors de luminància mantinguda recomanats per a cada una d'elles.

**Taula 3.1.- Nivells de luminància per cada zona de la nau industrial.**

Nº	ZONA DE LA NAU INDUSTRIAL	NIVELL LUMINÀNCIA (Em)
1	Magatzem de dia	200 lx
2	Taller Planta Baixa: Sala 1	500 lx
3	Taller Planta Baixa: Sala 2	500 lx
4	Sanitaris planta baixa	200 lx
5	Vestidor	200 lx
6	Sala reunions	500 lx
7	Sala Eines	200 lx
8	Manteniment	500 lx
9	Sala Anàlisi i assajos	500 lx
10	Sala polivalent	200 lx
11	Altell 1: Oficina tècnica	500 lx
12	Altell 1: Assajos tècnics	500 lx
13	Altell 1: Direcció tècnica	500 lx
14	Altell 1: Direcció qualitativa	500 lx
15	Altell 1: Sanitaris	200 lx
16	Altell 2: Oficina administrativa	500 lx
17	Altell 2: Despatx	500 lx
18	Altell 2: Sala reunions	500 lx

Així doncs, l'enllumenat que s'instal·larà es dimensionarà per complir les exigències especificades a la taula anterior. D'aquesta manera s'assegura satisfer els nivells mínims d'il·luminació exigits per normativa.

Les lluminàries elegides per tal de complir amb els valors d'il·luminació establerts es troben detallades més endavant en el present capítol del projecte.

### 3.2.1.2. Enllumenat d'emergència

Les zones on s'haurà d'instal·lar l'enllumenat d'emergència les estableix el *RSCIEI (Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials)* [6]. Per tant, per veure la justificació de la disposició del conjunt d'enllumenat d'emergència de la nau industrial s'ha d'anar al Capítol 5, Instal·lació contra incendis. A més, als plànols del present projecte es detalla la localització exacta del conjunt de llums d'emergència.

Així doncs, en aquest capítol es descriuran les lluminàries escollides per tal de complir amb el que exigeix el propi *RSCIEI* [6].

## 3.3. Lluminàries enllumenat general interior

Per realitzar l'estudi lumínic del present projecte, tal i com s'explicarà més endavant amb detall, s'emprarà el programa DIALUX [35].

Així doncs, les lluminàries escollides de la marca Philips per dur a terme l'estudi lumínic s'han elegit amb el programa *Philips Concern Photometric Database* [37], un programa de selecció de lluminàries amb una base de dades de totes les lluminàries disponibles de la marca Philips amb les seves característiques corresponents.

Pel que fa a l'elecció dels panells LED, s'ha utilitzat una pàgina web que conté una àmplia base de dades de lluminàries ja que no hi ha panells LED de la marca Philips que s'ajustin a les característiques buscades.

### 3.3.1. Lluminàries BY121P G3

Les lluminàries BY121P G3 de Philips són campanes industrials formades per una làmpada LED de 155 W, amb una temperatura de color de 4000 K i un flux lumínic de 20500 lm (LED205S/840). Aquestes lluminàries s'instal·laran al magatzem de dia de l'establiment industrial [37].



**Figura 3.1.- Imatge de la campana industrial BY121P G3 (font: Philips)[X].**

### 3.3.2. Luminàries AURA LUNARIA G3

Les lluminàries AURA LUNARIA G3 39W 4800 ON/OFF 840, d'Aura Lunaria són panells LED amb una dimensió de 595x595 mm de 39 W, una temperatura de color de 4000 K i un flux lumínic de 4870 lm. Aquests tipus de lluminàries s'instal·laran a totes les sales dels dos altells de la nau industrial excepte als lavabos de l'altell 1 [36].



**Figura 3.2.-** Imatge del Panell LED (font: Aura Lunaria)[36].

### 3.3.3. Luminàries Downlight DN 130B

Les lluminàries Downlight DN 130B D217 de Philips estan compostes per un LED amb una potència de 22 W, una temperatura de color de 4000 K i un flux lumínic de 2500 lm. Aquestes lluminàries s'instal·laran als lavabos de l'establiment industrial [37].



**Figura 3.3.-** Imatge de la lluminària Downlight DN 130B D217 (font: Philips)[37].

### 3.3.4. Luminàries SM534C PSD L1450

Les lluminàries SM534C PSD de Philips estan formades per una carcassa de 1500 mm de longitud. En aquestes lluminàries es posarà un tub LED de 1450 mm de longitud, 44 W, una temperatura de color de 4000K i un flux lumínic de 5000 lm (referència LED 50s/840) . Aquesta lluminària s'instal·larà a les següents sales de la planta baixa: sala d'anàlisi i assajos, sala de manteniment, sala de reunions,

vestidor, sala polivalent i sala d'eines. Es muntaran superficialment al fals sostre de totes les sales on s'instal·lin [37].



**Figura 3.4.-** Imatge de la lluminària SM534C PSD L1450 (font: Philips)[37].

### 3.3.5. Luminàries SM150C L1440

Les lluminàries SM150C de Philips estan formades per una carcassa de 1500 mm de longitud. En aquestes lluminàries es posarà un tub LED de 1440 mm de longitud, 55 W, amb una temperatura de color de 4000K i un flux lumínic de 6000 lm (referència LED 60s/840). Aquesta lluminària s'instal·larà als dos tallers de la nau industrial i al magatzem de dia [37].



**Figura 3.5.-** Imatge de la lluminària SM150C L1440 (font: Philips)[37].

## 3.4. Estudi lumínic enllumenat general interior

Per a la justificació de les mesures adoptades per tal de complir amb les exigències lumíniques que s'han especificat anteriorment, tal i com ja s'ha mencionat anteriorment, s'emprarà el programa DIALUX [35]. Així doncs, es realitzarà un render de la nau industrial i, posteriorment, un estudi lumínic per cada una de les zones en les quals s'ha dividit la nau segons el nivell mínim de luminància necessari.





**Figura 3.6.-** Render de la nau industrial del present projecte. (Font: DIALUX)[35].

Cal tenir en compte que per a la realització de l'estudi lumínic s'haurà de considerar el grau de reflexió dels materials que conformen la zona de l'estudi lumínic en qüestió, a més de la pròpia distribució, altura de col·locació de les lluminàries i alçada del pla de treball.

El conjunt dels elements del mobiliari i les finestres dels locals on es facin els estudis lumínics seran els predefinits pel software del programa DIALUX [35]. Cal destacar que els elements de mobiliari s'han elegit de manera que la seva distribució i les seves característiques siguin el més fidel possible al que seran a la realitat després de la reforma.

### 3.4.1. Estudi lumínic Magatzem

Al magatzem de la nau industrial s'instal·laran un total de 9 lluminàries, 4 campanes industrials i 5 lluminàries suspeses SM150C de la marca Philips. L'altura de muntatge de les 4 campanes industrials serà de 7,5 m i la de les 5 lluminàries SM150C serà de 4 m. Totes aniran penjades amb fils del sostre.

Les parets de la zona són de ciment i al software s'ha elegit el ciment que té un grau de reflexió del 84%. El terra serà de ciment i al software s'ha elegit el material formigó 18-ciment gruixut amb un grau de reflexió del 43%. Per últim, el fals sostre serà de color blanc pur amb un grau de reflexió del 86%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

Tot seguit, es mostren 6 representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX [35] de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. Les tres primeres representacions es corresponen amb una visualització normal i les altres tres són representacions amb colors falsos del magatzem de dia de la nau industrial.

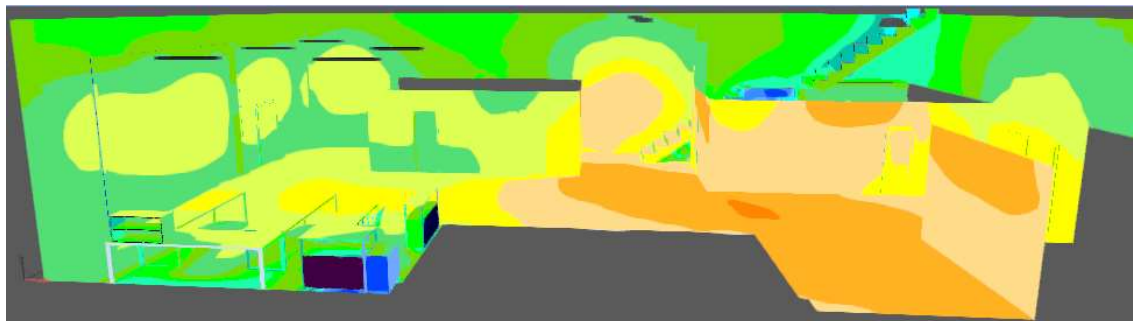


**Figura 3.7.-** Representació amb tres dimensions del magatzem de dia vist des de l'entrada principal de l'establiment industrial [35].



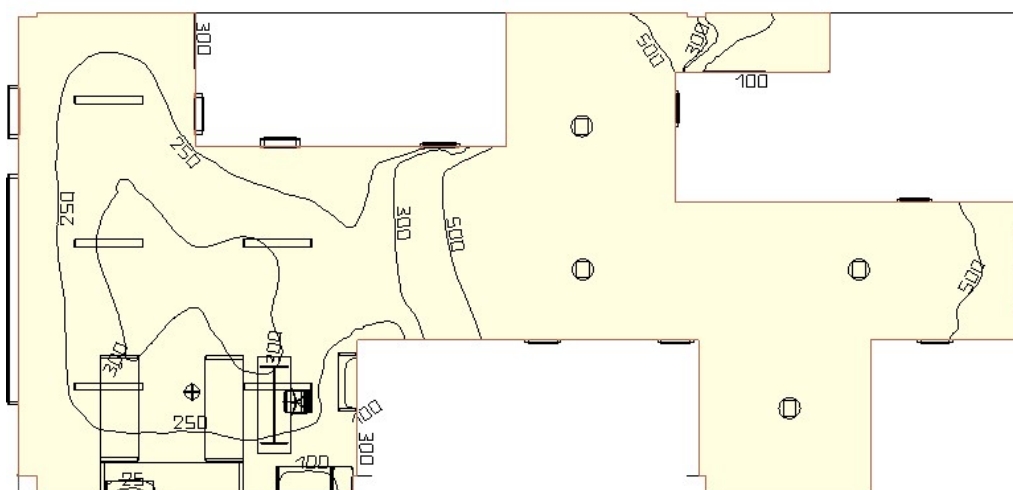
**Figura 3.8.-** Representació amb tres dimensions del magatzem de dia vista des de la porta que dona al taller sala 1 [35].

Cal destacar que per la visualització de falsos colors s'ha fet una captura amb una vista des del lateral esquerra de l'establiment industrial, ja que és la vista amb la qual es visualitzen millor els resultats obtinguts.



**Figura 3.9.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del magatzem de dia(vist des del lateral esquerra de la nau)[35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic fet al magatzem de dia de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.10.**- Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del magatzem de dia [35].

Els resultats luminotècnics numèrics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.2.**- Resultats luminotècnics del magatzem de dia [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
462 lux	15,3 lux	985 lux	0,03 lux	0,02 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 462 lux. Aquest valor supera de manera àmplia el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### **3.4.2. Estudi lumínic Taller Planta Baixa: Sala 1 (Davant)**

Al taller de la sala 1 situat a la planta baixa de l'establiment industrial s'instal·laran un total de 12 lluminàries tipus SM150C de la marca Philips. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 4 m respecte el terra i es muntaran suspeses a una alçada de 4 m respecte el terra.

Les parets de la zona són de ciment i al software s'ha elegit el ciment que té un grau de reflexió del 84%. El terra serà de ciment i al software s'ha elegit el material formigó 18-ciment gruixut amb un grau de reflexió del 43%. Per últim, el fals sostre serà de color blanc pur amb un grau de reflexió del 86%.

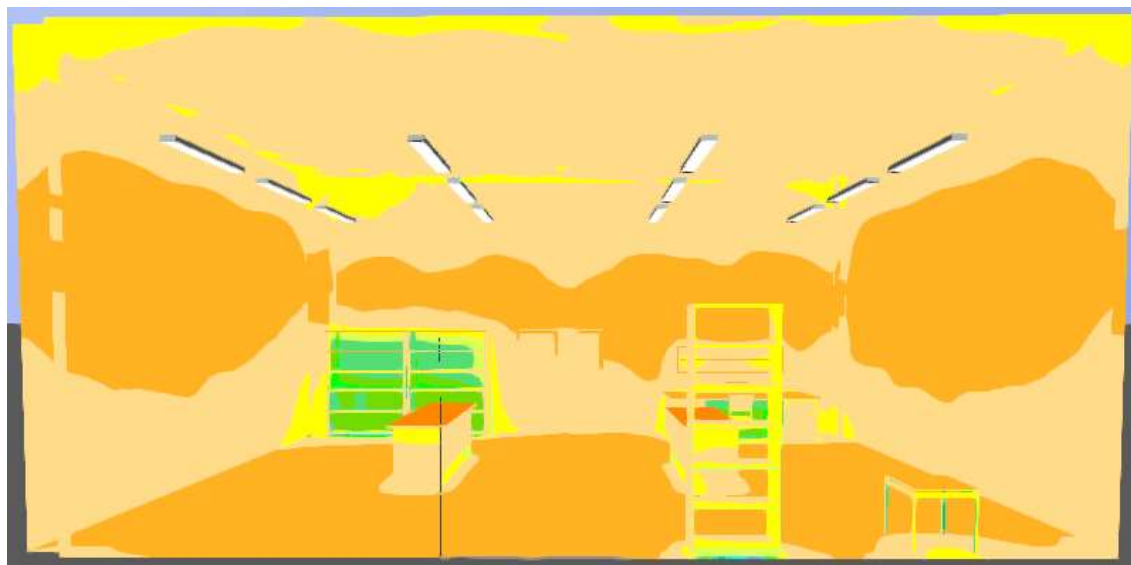
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura, a les parets, sostre i al terra.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX [35] de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos del taller de la planta baixa: Sala 1.

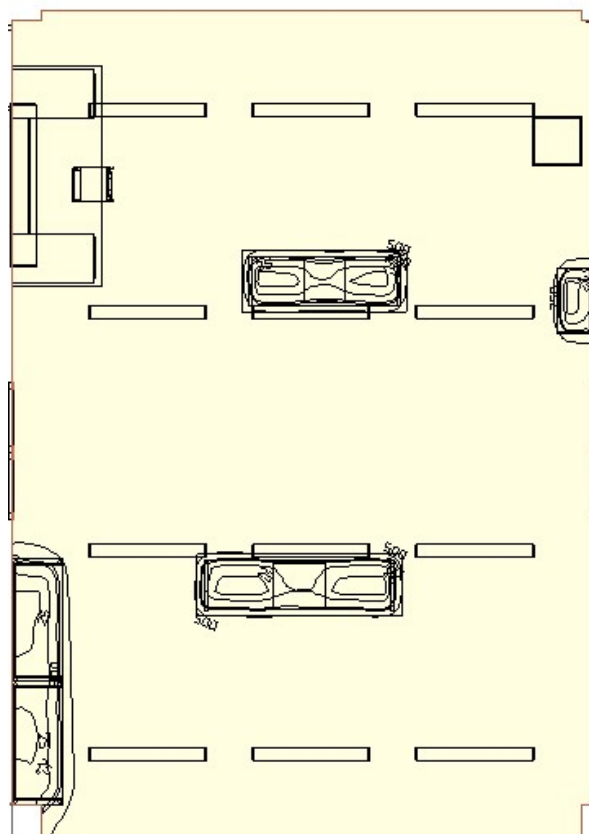


**Figura 3.11.**-Representació en tres dimensions del taller de la planta baixa: Sala 1 [35].



**Figura 3.12.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del taller de la planta baixa: Sala 1 [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat al taller de la planta baixa: Sala 1 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.13.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del taller de la planta baixa: Sala 1.[35]

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.3.-** Resultats luminotècnics del taller sala 1 [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
762 lux	0,97 lux	974 lux	0,0013 lux	0,0010 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 762 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

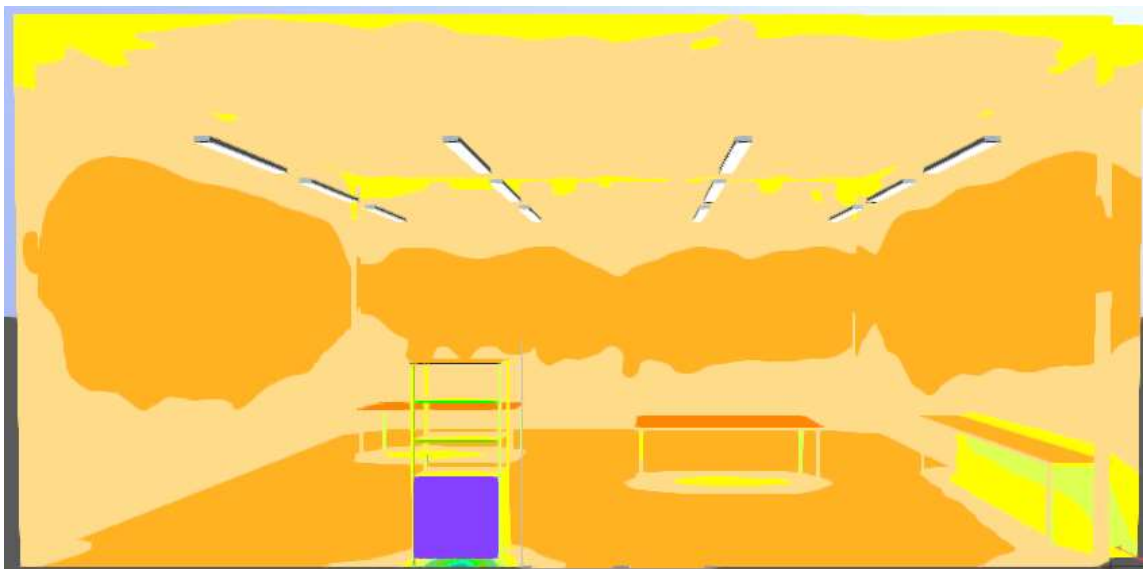
### 3.4.3. Estudi lumínic Taller Planta Baixa: Sala 2 (Darrere)

Les característiques de la sala són les mateixes que en el cas anterior. Les diferències que hi ha entre el taller 1 i el taller 2 són degudes al mobiliari.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos del taller de la planta baixa: Sala 2.



**Figura 3.14.**-Representació en tres dimensions del taller de la planta baixa: Sala2 [35].



**Figura 3.15.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del taller de la planta baixa: Sala 1 [35].





#### 3.4.4. Estudi lumínic Sanitaris Planta Baixa

A la planta baixa hi ha un total de dos sanitaris. Cada un d'ells es divideix en dues habitacions. Per tant, es realitzaran un total de quatre estudis lumínics diferents, un per cada sala. Al primer sanitari, a la primera sala que hi ha entrant es troba el lavabo i a la segona hi ha l'inodor. Al segon sanitari, a la primera sala hi ha un lavabo i una dutxa i a la segona un inodor. Tot i així, totes les sales presenten els mateixos graus de reflexió de la paret, del terra i del sostre i s'hi posaran el mateix tipus de lluminàries. Així doncs, a cada una de les habitacions s'instal·larà una lluminària downlight de 20 W de la marca Philips, menys a la sala on hi ha la dutxa i el lavabo que se n'instal·laran dues, fent un total de 5 lluminàries. Totes les lluminàries aniran encastades al fals sostre a una alçada de 2,5 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, el fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

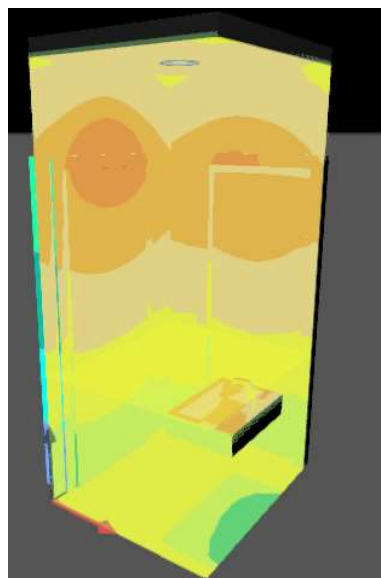
El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

Tot seguit, es mostren dues representacions en tres dimensions, realitzades amb el programa DIALUX [35] (la primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos), per cada una de les sales anteriorment mencionades i els resultats obtinguts un cop realitzat l'estudi lumínic de cada una d'elles.

#### 3.4.4.1. Sanitari 1: Sala lavabo

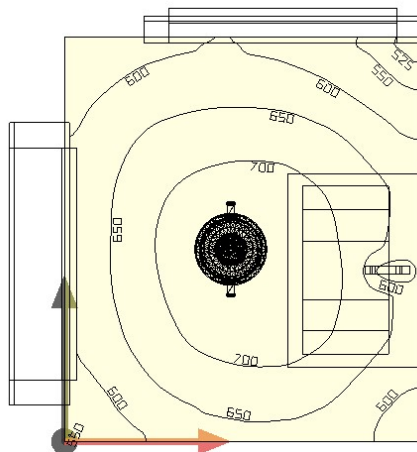


**Figura 3.17.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha el lavabo del sanitari 1.[35]



**Figura 3.18.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo del sanitari 1.[35]

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo del sanitari 1 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.19.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha el lavabo del sanitari 1 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.5.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha el lavabo [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
654 lux	515 lux	743 lux	0,79 lux	0,69 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 654 lux. Aquest valor supera de manera àmplia el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert per la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.4.2. Sanitari 1: Sala inodor

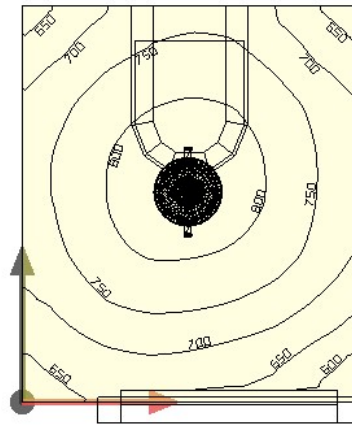


**Figura 3.20.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 1 [35].



**Figura 3.21.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 1 [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha l'inodor del sanitari 1 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.22.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 1 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.6.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha l'inodor [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
740 lux	563 lux	834 lux	0,76 lux	0,68 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 740 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert per la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.4.3. Sanitari 2: Sala lavabo i dutxa

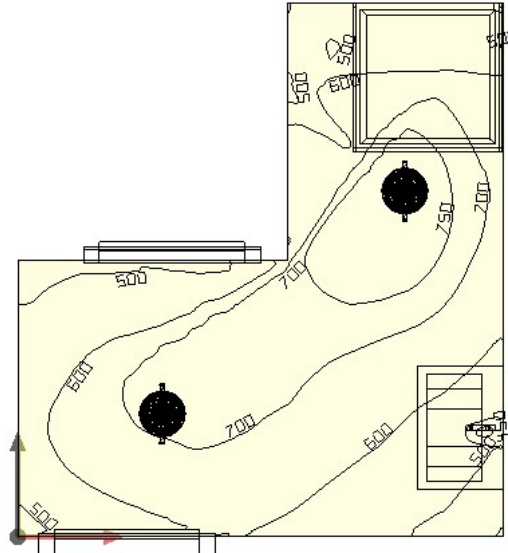


**Figura 3.23.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha el lavabo i la dutxa al sanitari 2 [35].



**Figura 3.24.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo i la dutxa del sanitari 2 [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo i la dutxa del sanitari 2 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.25.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha el lavabo i la dutxa del sanitari 2 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.7.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha el lavabo i la dutxa [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
635 lux	434 lux	799 lux	0,68 lux	0,54 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 635 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert per la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

#### 3.4.4.4. Sanitari 2: Sala inodor



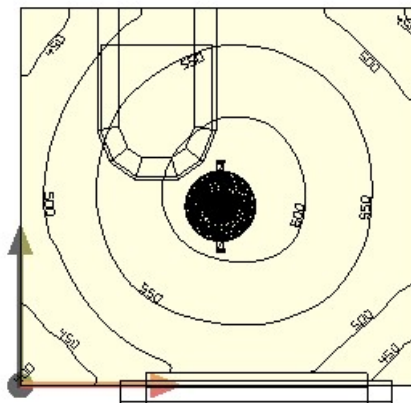
**Figura 3.26.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 2 [35].



**Figura 3.27.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 2 [35].



Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha l'inodor del sanitari 2 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.28.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha l'inodor del sanitari 2 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX es mostren a la taula següent:

**Taula 3.8.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha l'inodor [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
537 lux	400 lux	619 lux	0,74 lux	0,65 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 537 lux. Aquest valor supera de manera àmplia el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel RD 486/1997 [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert per la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.5. Estudi lumínic Vestidor

Al vestidor de la nau industrial s'instal·larà una lluminària SM534C de la marca Philips. Aquesta es muntarà de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, al fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX [35] de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala del vestidor de l'establiment industrial, situat a la planta baixa.

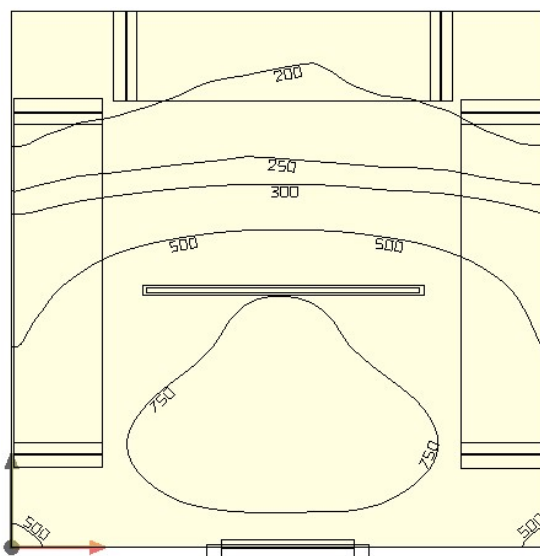


**Figura 3.29.**-Representació en tres dimensions del vestidor [35].



**Figura 3.30.-**Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del vestidor [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat al vestidor de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.31.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del vestidor [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX es mostren a la taula següent:

**Taula 3.9.-** Resultats luminotècnics de la sala vestidor [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
489 lux	145 lux	908 lux	0,30 lux	0,16 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 489 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert per la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

#### **3.4.6. Estudi lumínic Sala de reunions Planta Baixa**

A la sala de reunions situada a la planta baixa de la nau industrial s'instal·laran un total de dues lluminàries SM534C de la marca Philips. Aquesta es muntarà de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, el fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX [35] de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa.

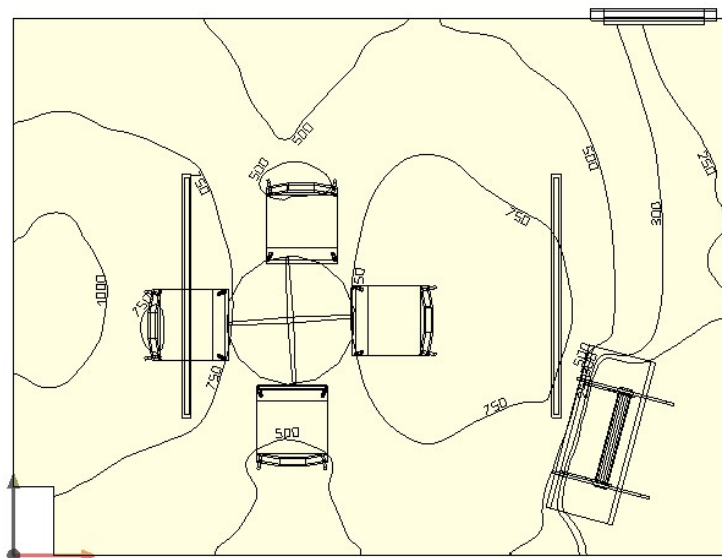


**Figura 3.32.**-Representació en tres dimensions de la sala de reunions de la planta baixa [35].



**Figura 3.33.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala de reunions de la planta baixa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.34.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala de reunions de la planta baixa.[35]

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.10.-** Resultats luminotècnics sala de reunions de la planta baixa [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
610 lux	147 lux	1104 lux	0,24 lux	0,13 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 610 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.7. Estudi lumínic Sala Eines

A la sala d'eines situada a la planta baixa de la nau industrial s'instal·larà una lluminària SM534C de la marca Philips. Aquesta es muntarà de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, al fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

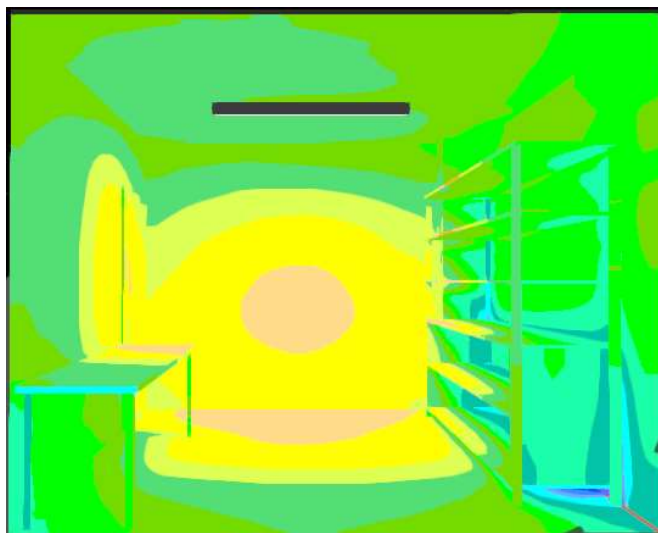
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX [35] de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa.

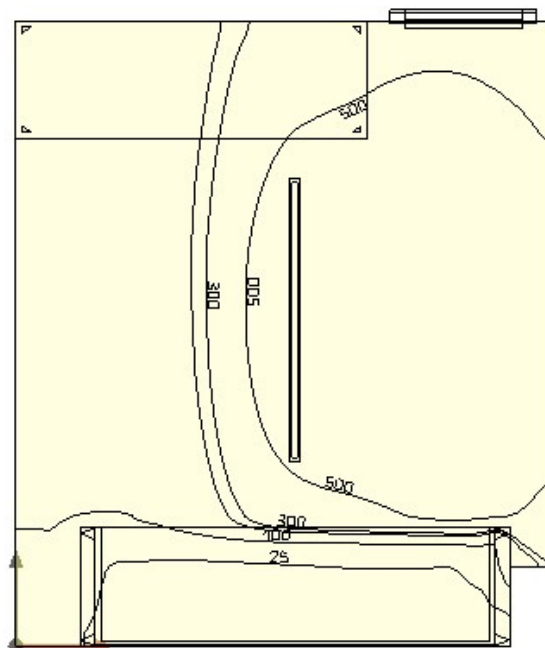


**Figura 3.35.**-Representació en tres dimensions de la sala d'eines [35].



**Figura 3.36.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala d'eines [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala d'eines de la planta baixa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.37.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala d'eines [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX es mostren a la taula següent:

**Taula 3.11.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha el lavabo [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
363 lux	8,20 lux	863 lux	0,02 lux	0,01 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 363 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.8. Estudi lumínic Sala Manteniment

A la sala de manteniment situada a la planta baixa de la nau industrial s'instal·larà una lluminària tipus SM534C de la marca Philips. Aquesta es muntarà de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.



Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, al fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

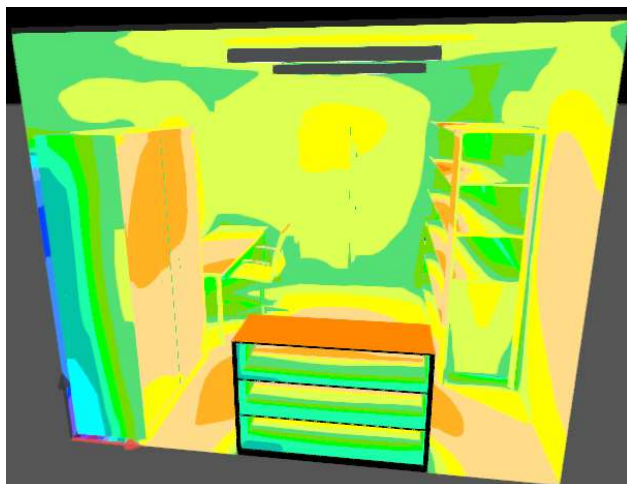
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa.

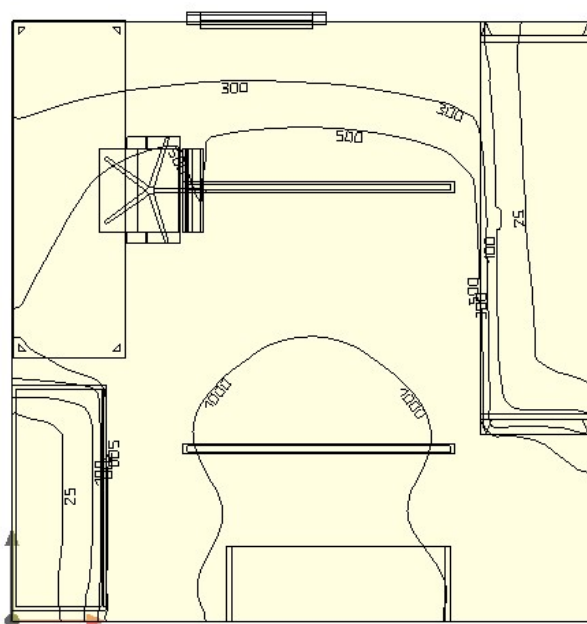


**Figura 3.38.**-Representació en tres dimensions de la sala de manteniment [35].



**Figura 3.39.-**Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala de manteniment [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala de manteniment de la planta baixa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.40.-**Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala de manteniment [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.12.-** Resultats luminotècnics de la sala manteniment [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
589 lux	1,89 lux	1169 lux	0,03 lux	0,02 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 589 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.9. Estudi lumínic Sala d'Anàlisi i assajos

A la sala d'Anàlisi i assajos situada a la planta baixa de la nau industrial s'instal·laran dues lluminàries tipus SM534C de la marca Philips. Aquestes es muntaran de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, al fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

Tot seguit, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa.

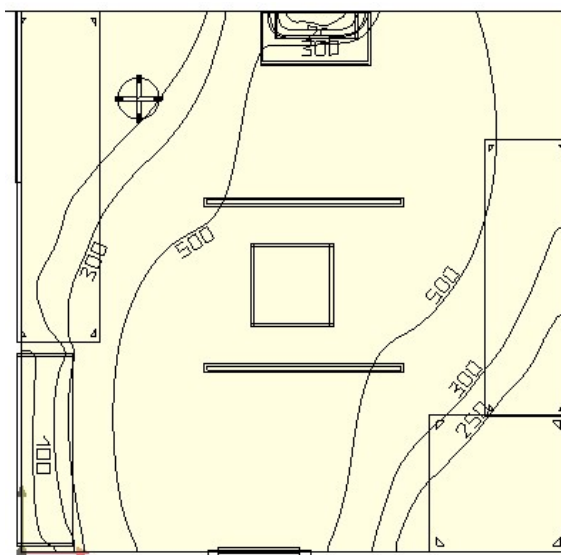


**Figura 3.41.**-Representació en tres dimensions de la sala d'anàlisi i assajos [35].



**Figura 3.42.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala d'anàlisi i assajos [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala de manteniment de la planta baixa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.43.**- Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala de manteniment [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.13.**- Resultats luminotècnics de la sala d'Anàlisi i assajos [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
505 lux	15,20 lux	1215 lux	0,01 lux	0,01 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 503 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

#### **3.4.10. Estudi lumínic Sala Polivalent**

A la sala polivalent situada a la planta baixa de la nau industrial s'instal·larà una lluminària tipus SM534C de la marca Philips que es muntarà de manera superficial al fals sostre de l'habitació. L'altura de muntatge serà de 2,54 m.

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de formigó i al software s'ha elegit el material Formigó-18 Ciment Gruixut amb un grau de reflexió del 48%. Per últim, al fals sostre s'ha deixat el material que hi havia per defecte amb un grau de reflexió del 70%.

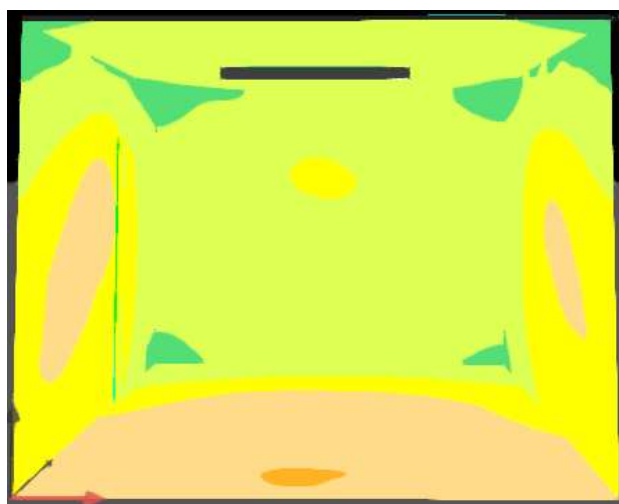
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala de reunions de la planta baixa.

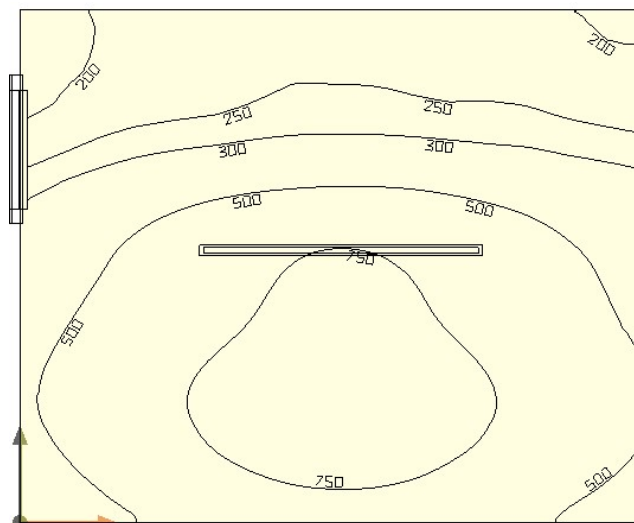


**Figura 3.44.**-Representació en tres dimensions de la sala polivalent [35].



**Figura 3.45.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala polivalent [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala de manteniment de la planta baixa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.46.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala polivalent [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.14.-** Resultats luminotècnics de la sala polivalent [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
511 lux	189 lux	913 lux	0,37 lux	0,21 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 511 lux. Aquest valor supera de manera àmplia el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel RD 486/1997 [9] de 200 lx, que en aquest cas coincideix amb el valor establert a la *Norma UNE EN 12646-1* [10]. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.11. Estudi lumínic Altell 1: Oficina tècnica

A l'oficina tècnica, situada a l'altell 1, s'instal·laran un total de 17 panells LED quadrats Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Les parets de la zona són de formigó pintades de color beix amb un grau de reflexió de 58%. El terra és de pedra gres amb un grau de reflexió del 46%. Per últim, el fals sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i amb un grau de reflexió del 70 %.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de l'oficina tècnica.



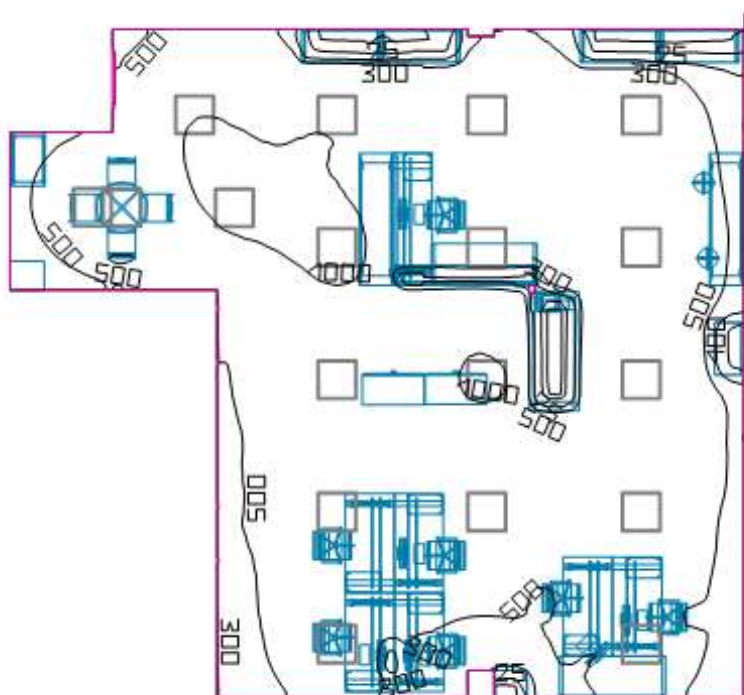
**Figura 3.47.**-Representació en tres dimensions de l'oficina tècnica de l'altell 1 [35].



**Figura 3.48.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 [35].



Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.49.- Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 [35].**

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.15.- Resultats luminotècnics de l'oficina tècnica [35].**

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
700 lux	1,1 lux	1106 lux	0,00 lux	0,00 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 700 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.12. Estudi lumínic Altell 1: Assajos tècnics

A la sala on es duran a terme els assajos tècnics situada a l'oficina tècnica de l'altell 1 de la nau industrial, s'instal·laran un total de 4 panells LED quadrats Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Les parets de la zona són de formigó pintades de color beix amb un grau de reflexió de 58%. El terra és de pedra gres amb un grau de reflexió del 46%. Per últim, el sostre és un fals sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i amb un grau de reflexió del 70 %.

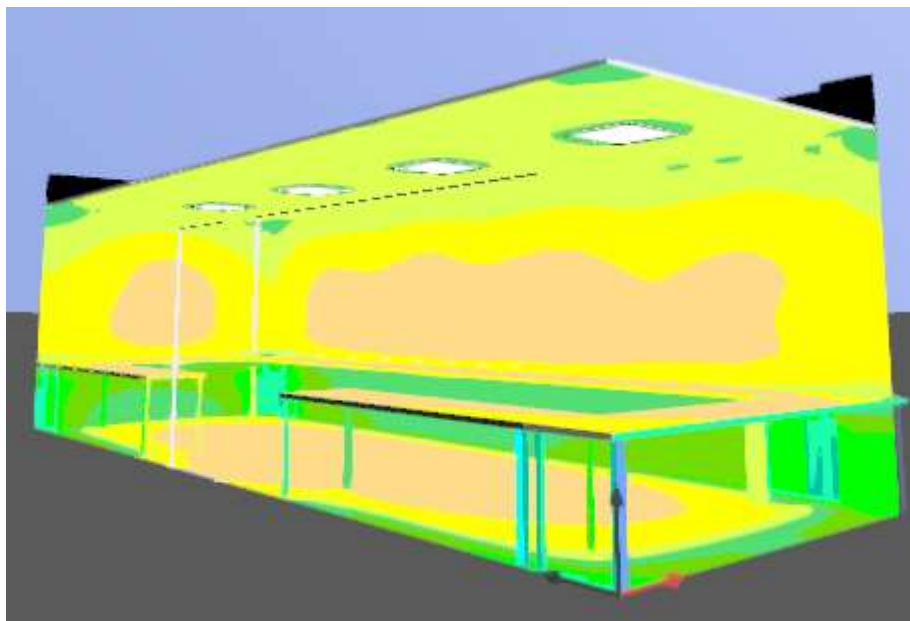
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo.

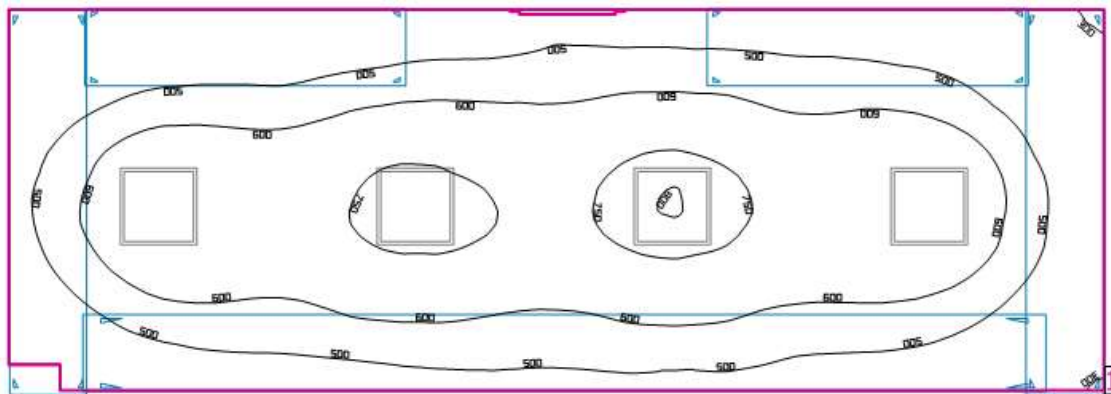


**Figura 3.50.**-Representació en tres dimensions de la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 [35].



**Figura 3.51.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.52.**- Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala d'assajos tècnics de l'altell 1 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.16.**- Resultats luminotècnics sala d'assajos tècnics [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
571 lux	288 lux	803 lux	0,50 lux	0,36 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 571 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

#### **3.4.13. Estudi lumínic Altell 1: Despatx direcció tècnica**

A l'habitació que es correspon amb el despatx destinat a la direcció tècnica situada a l'oficina tècnica de l'altell 1 de la nau industrial, s'instal·laran un total de 4 panells LED quadrats Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Les parets de la zona són de formigó pintades de color beix amb un grau de reflexió de 58%. El terra és de pedra gres amb un grau de reflexió del 46%. Per últim, el sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i amb un grau de reflexió del 70 %.

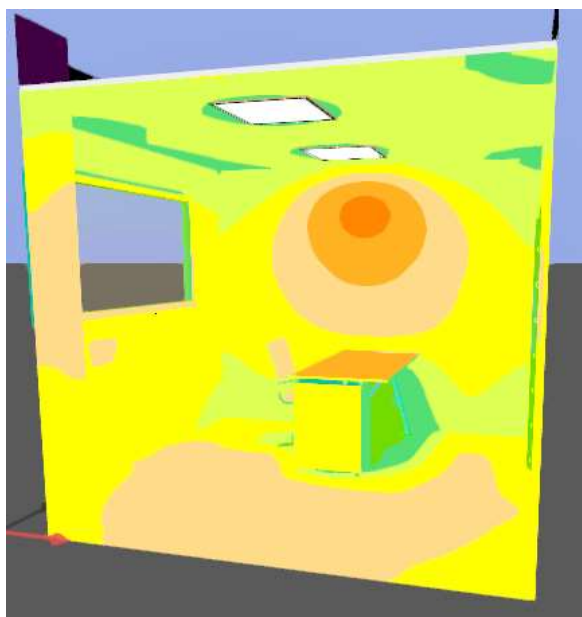
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostra una representació en tres dimensions realitzada amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal de la sala i la segona amb una representació amb colors falsos.

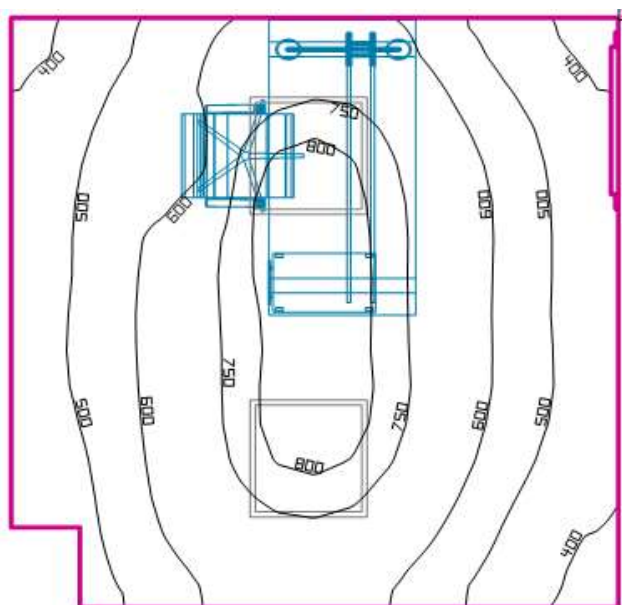


**Figura 3.53.**-Representació en tres dimensions del despatx de direcció tècnica [35].



**Figura 3.54.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del despatx de direcció tècnica [35].

Les corbes isolux obtingues de l'estudi lumínic realitzat al despatx de direcció tècnica de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.55.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del despatx de direcció tècnica [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX en el pla de treball es mostren a la taula següent:

**Taula 3.17.-** Resultats luminotècnics despatx direcció tècnica [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
607 lux	361 lux	840 lux	0,59 lux	0,43 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 607 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

#### 3.4.14. Estudi lumínic Altell 1: Despatx direcció qualitat

A l'habitació que es correspon amb el despatx destinat a la direcció de qualitat situada a l'oficina tècnica de l'altell 1 de la nau industrial, s'instal·laran un total de 3 panells LED Aura Lunaria quadrats de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Les parets de la zona són de formigó pintades de color beix amb un grau de reflexió de 58%. El terra és de pedra gres amb un grau de reflexió del 46%. Per últim, el sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i amb un grau de reflexió del 70 %.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

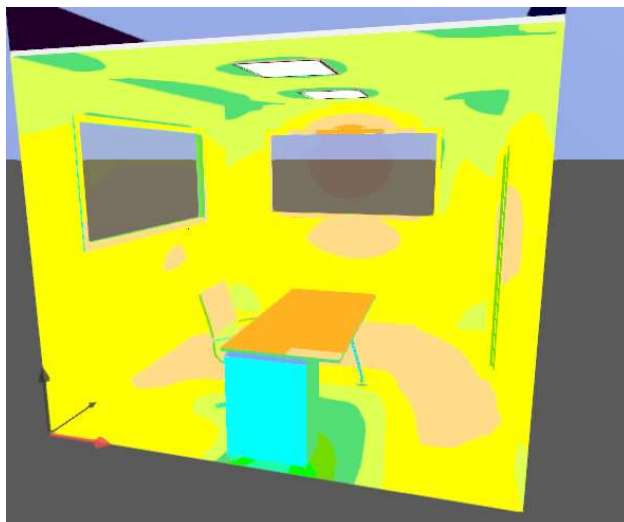
El conjunt dels elements del mobiliari i les finestres seran els predefinits pel software del programa DIALUX. Cal destacar que els elements de mobiliari s'han elegit de manera que la seva distribució i les seves característiques siguin el més fidel possible al que seran a la realitat després de la reforma.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal de la sala i la segona amb una representació amb colors falsos.

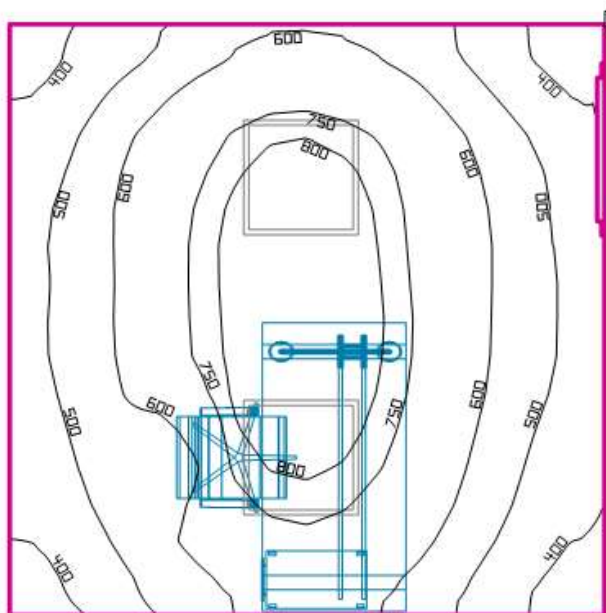


**Figura 3.56.-**Representació en tres dimensions del despatx de direcció de qualitat [35].



**Figura 3.57.-**Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del despatx de direcció de qualitat [35].

Les corbes isolux obtingues de l'estudi lumínic realitzat al despatx de direcció de qualitat de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.58.-**Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del despatx de direcció tècnica [35].

Els resultats lumínics obtinguts amb el programa DIALUX [35] en el pla de treball es mostren a la taula següent:



**Taula 3.18.- Resultats luminotècnics despatx direcció de qualitat [35].**

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
612 lux	341 lux	863 lux	0,56 lux	0,40 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 612 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.15. Estudi lumínic Altell 1: Lavabos

Els lavabos de l'altell 1 es divideixen en dues sales. Per tant, es realitzarà un estudi lumínic per a cada una d'elles. A la primera sala hi ha el lavabo amb l'aixeta i a la segona hi ha l'inodor. Tot i així, les dues sales presenten els mateixos graus de reflexió de la paret, el terra i el sostre i s'hi posaran les mateixes lluminàries. Així doncs, a cada una de les habitacions s'instal·larà una lluminària downlight de la marca Philips

Pel que fa a les parets, aquestes són de ciment. Al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%. El terra és de pedra gres i al software s'ha elegit el material que té el mateix nom amb un grau de reflexió del 46%. Per últim, pel fals sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i al software s'ha elegit un fals sostre de perfil vist amb un grau de reflexió del 70%.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta blanca de plàstic amb un grau de reflexió del 76%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

#### 3.4.15.1. Estudi lumínic sala lavabo

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo.

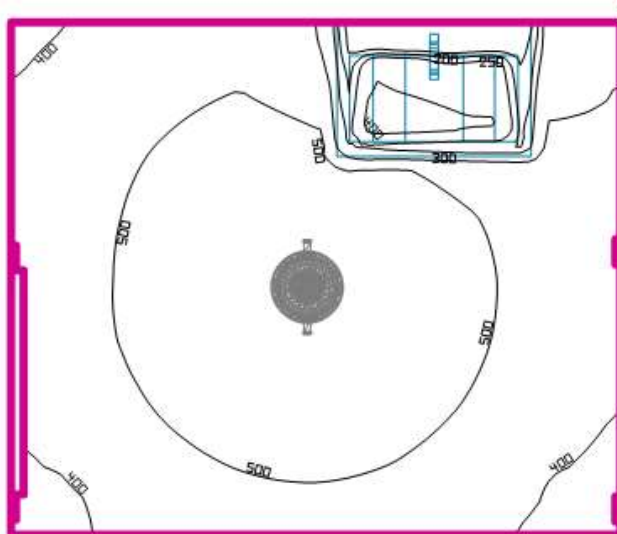


**Figura 3.59.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha el lavabo [35].



**Figura 3.60.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.61.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha el lavabo [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.19.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha el lavabo [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
466 lux	123 lux	589 lux	0,26 lux	0,21 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de lluminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 466 lux. Aquest valor supera de manera àmplia el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.15.2. Estudi lumínic sala inodor

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala on hi ha el lavabo.

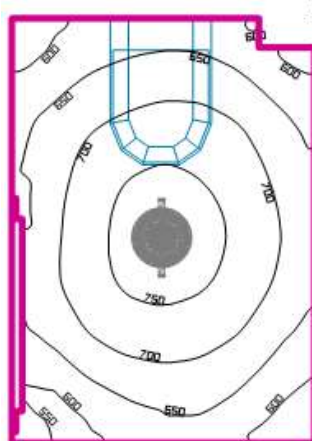


**Figura 3.62.**-Representació en tres dimensions de la sala on hi ha l'inodor [35].



**Figura 3.63.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala on hi ha l'inodor [35].

Les corbes isolux obtingudes de l'estudi lumínic realitzat a la sala on hi ha el lavabo de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.64.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala on hi ha l'inodor [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.20.-** Resultats luminotècnics de la sala on hi ha l'inodor [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
679 lux	510 lux	776 lux	0,75 lux	0,66 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 679 lux. Aquest valor supera àmpliament el valor mínim establert de 200 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.16. Estudi lumínic Altell 2: Oficina administrativa

A l'oficina administrativa situada a l'altell 2 de la nau industrial s'instal·laran 6 panells LED Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Pel que fa a les parets, les que es corresponen amb les parets de la construcció de la nau són de ciment i les que es corresponen amb els envans interiors de l'altell són de panells de fusta. Per les parets de la construcció de la nau, al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%, i pels panells de fusta s'ha elegit el material de fusta de roure amb un grau de reflexió del 23%. El terra és de rajoles marrons i al software s'ha elegit el material que té el mateix nom amb un grau de reflexió

del 40%. Per últim, pel fals sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i al software s'ha elegit un fals sostre de perfil vist amb un grau de reflexió del 70 %.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala.

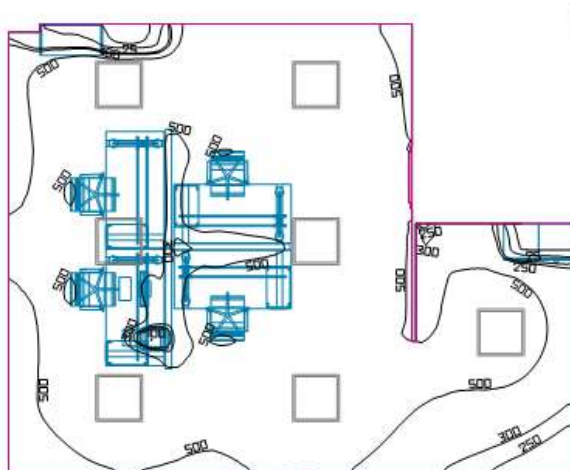


**Figura 3.65.**-Representació en tres dimensions de l'oficina administrativa [35].



**Figura 3.66.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de l'oficina administrativa [35].

Les corbes isolux obtingudes al pla de treball de l'estudi lumínic realitzat a l'oficina administrativa de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.67.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de l'oficina administrativa [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.21.-** Resultats luminotècnics de l'oficina administrativa [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
589 lux	1,42 lux	870 lux	0,024 lux	0,016 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 589 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.17. Estudi lumínic Altell 2: Despatx

A l'oficina administrativa situada a l'altell 2 de la nau industrial s'instal·laran 6 panells LED Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Pel que fa a les parets, les que es corresponen amb les parets de la construcció de la nau són de ciment i les que es corresponen amb els envans interiors de l'altell són de panells de fusta. Per les parets de la construcció de la nau, al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%, i pels panells de fusta s'ha elegit el material de fusta de roure amb un grau de reflexió del 23%. El terra és de rajoles marrons i al software s'ha elegit el material que té el mateix nom amb un grau de reflexió



del 40%. Per últim, pel fals sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i al software s'ha elegit un fals sostre de perfil vist amb un grau de reflexió del 70 %.

Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala.



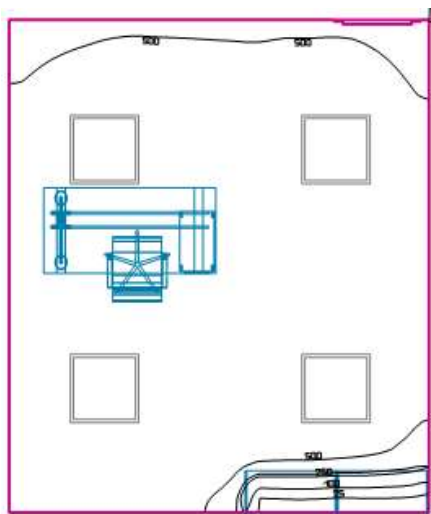
**Figura 3.68.**-Representació en tres dimensions del despatx de l'altell 2 [35].



**Figura 3.69.**-Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos del despatx de reunions de l'altell 2 [35].



Les corbes isolux obtingudes al pla de treball de l'estudi lumínic realitzat a la sala de reunions de l'altell 2 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.70.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX del despatx de l'altell 2 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 3.22.-** Resultats luminotècnics del despatx de l' altell 2 [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
665 lux	14,1 lux	861 lux	0,02 lux	0,02 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 665 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.4.18. Estudi lumínic Altell 2: Sala reunions

A la sala de reunions situada a l'altell 2 de la nau industrial s'instal·laran 3 panells LED Aura Lunaria de la marca Aura Light amb unes dimensions de 595x595 mm. L'altura de muntatge d'aquestes lluminàries serà de 2,5 m. Els panells LED aniran encastats al fals sostre de la sala.

Pel que fa a les parets, les que es corresponen amb les parets de la construcció de la nau són de ciment i les que es corresponen amb els envans interiors de l'altell són de panells de fusta . Per a les parets de

la construcció de la nau, al software s'ha elegit el material ciment amb un grau de reflexió del 84%, i pels panells de fusta s'ha elegit el material de fusta de roure amb un grau de reflexió del 23%. El terra és de rajoles marrons i al software s'ha elegit el material que té el mateix nom amb un grau de reflexió del 40%. Per últim, el fals sostre és un sostre perfil vist de color blanc amb una tonalitat grisosa i al software s'ha elegit un fals sostre de perfil vist amb un grau de reflexió del 70 %.

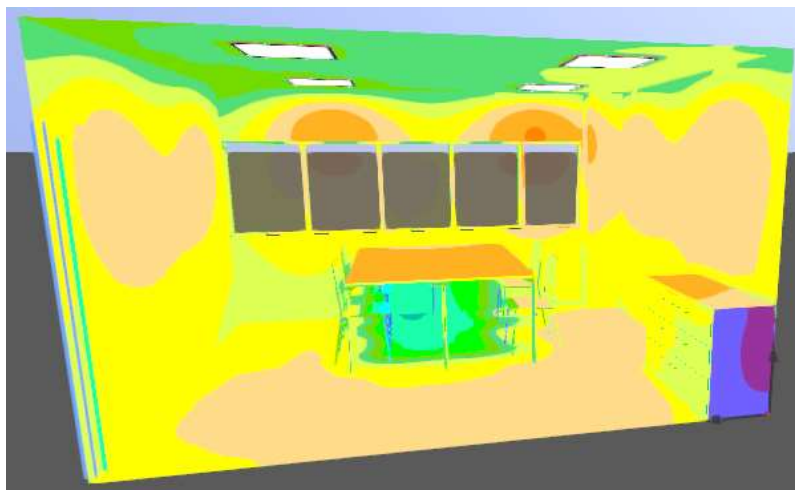
Pel que fa a les portes, al software s'ha elegit el material corresponent a una porta de fusta amb un grau de reflexió del 48%.

El factor de degradació de les lluminàries per brutícia considerat per la realització de l'estudi lumínic serà de 0,8. Es calcularan els valors de luminància al pla de treball, definit a 0,8 m d'altura.

A continuació, es mostren dues representacions en tres dimensions realitzades amb el programa DIALUX de la sala on es realitzarà l'estudi lumínic. La primera representació es correspon amb una visualització normal i la segona és una representació amb colors falsos de la sala.

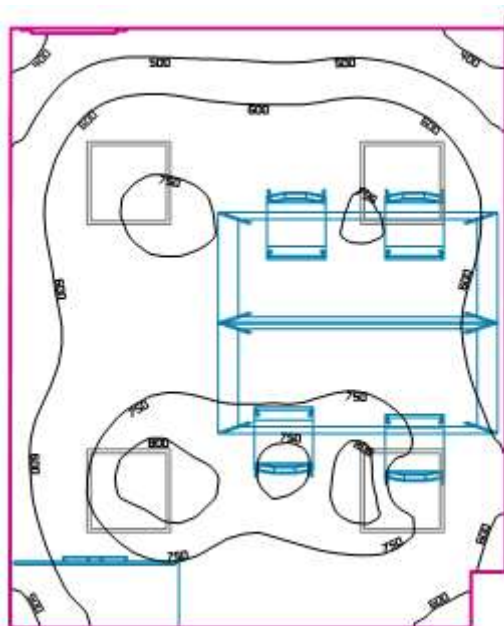


**Figura 3.71.**-Representació en tres dimensions de la sala de la sala de reunions de l'altell 2 [35].



**Figura 3.72.-**Representació en tres dimensions i visualització amb colors falsos de la sala de reunions de l'altell 2 [35].

Les corbes isolux obtingudes al pla de treball de l'estudi lumínic realitzat a la sala de reunions de l'altell 2 de l'establiment industrial són les següents:



**Figura 3.73.-** Corbes isolux obtingudes amb el programa DIALUX de la sala de reunions de l'altell 2 [35].

Els resultats luminotècnics obtinguts amb el programa DIALUX [35] es mostren a la taula següent:

**Taula 2.23.-** Resultats luminotècnics sala reunions altell 2 [35].

MITJANA (NOMINAL)	MIN	MAX	MIN./MITJANA	MIN./MAX
662 lux	346 lux	822 lux	0,52 lux	0,42 lux

Tal i com es pot observar, el nivell de luminància mitja en el pla útil de treball obtingut és de 662 lux. Aquest valor supera el valor mínim establert de 500 lux recomanat a la *Norma UNE EN 12646-1* [10], per tant, es compleix amb la normativa. A més, el nivell d'il·luminació de la zona superarà els mínims d'il·luminació exigits en les zones de producció amb exigències visuals moderades pel *RD 486/1997* [9] de 200 lx. D'aquesta manera, queda justificat correctament el dimensionament del sistema d'enllumenat de la zona en qüestió.

### 3.5. L·luminàries d'emergència

Les lluminàries d'emergència que s'instal·laran són les U21 LED de Legrand [52]. Aquestes lluminàries estan formades per un conjunt de 4 LED d'alta potència amb una distribució de llum optimitzada. El model elegit és de 200 lm i té una autonomia de 2 h. Les bateries són de Ni-MH. Cal destacar que les lluminàries d'emergència s'instal·laran superficialment. S'han elegit aquestes lluminàries per tal d'utilitzar la tecnologia més innovadora del mercat actual pel que fa a il·luminació i per complir amb els criteris d'eficiència energètica.

Tal i com es descriu més endavant al capítol d'Instal·lació contra incendis, aquestes lluminàries es disposaran a les vies d'evacuació i les zones on estiguin instal·lats quadres elèctrics amb la finalitat de complir amb els nivells mínims d'il·luminació establerts.

La disposició de les lluminàries d'emergència a la nau industrial es troba detallada al plànol de disposició de les vies d'evacuació, i al plànol de la instal·lació elèctrica.

A continuació es mostra una imatge de la lluminària d'emergència elegida per a aquest projecte.



**Figura 3.74.-** L·luminària U21 LED de Legrand (Font: pàgina web de Legrand)[39]

### 3.6. Enllumenat exterior

En aquest apartat s'exposaran les premisses i la normativa que cal tenir en compte per a la instal·lació de lluminàries exteriors.

#### 3.6.1. Prevenció de la contaminació lumínica

Per tal de valorar la prevenció de la contaminació lumínica, se seguirà el que recull la normativa vigent, és a dir, la Llei 6/2001 [15], de 31 de maig d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, i el Decret 190/2015 [16], de 25 d'agost, de desplegament de la Llei esmentada.

#### 3.6.2. Zonificació

D'acord amb el que estableix l'article 5 de la Llei 6/2001, de 31 de maig [15], a Catalunya es consideren quatre zones en funció de la seva protecció a la contaminació lumínica. El grau de major protecció serà per a les zones E1 i el de menor protecció seran les E4:

- a) Les zones E1 són les zones de màxima protecció a la contaminació lluminosa; corresponen a les àrees coincidents amb els espais d'interès natural, les àrees de protecció especial i les àrees coincidents amb la Xarxa natura 2000.
- b) Es considera com a zona E2 el sòl no urbanitzable fora d'un espai d'interès natural o d'una àrea de protecció especial o d'una àrea de la Xarxa natura 2000.
- c) Les zones E3 són les àrees que el plantejament urbanístic qualifica com a sòl urbà o urbanitzable.
- d) Les zones E4 són àrees en sòl urbà d'ús intensiu a la nit en activitats: comercials, industrials o de serveis i també vials urbans principals. Les determina l'ajuntament de cada municipi, el qual haurà de notificar la proposta de zonificació al Departament de Medi Ambient i Habitatge, que n'haurà de fer l'aprovació. No poden classificar-se zones E4 a menys de 2 km d'una zona E1.

En el cas del present projecte, com que és sòl urbà, es considera E3.

#### 3.6.3. Característiques d'instal·lacions i d'aparells d'il·luminació exterior

La il·luminació d'un indret s'ha de dissenyar, pel que fa a aparells i instal·lacions, de manera que previngui la contaminació lluminosa i afavoreixi l'estalvi i l'aprofitament de l'energia.

##### 3.6.3.1. Làmpades

Les làmpades a emprar, en funció de l'horari d'ús i de la zona de protecció envers la contaminació en què estan ubicades, són les següents:



**Taula 3.24.-** Làmpades a emprar en funció de l'horari i la zona de protecció [15].

ZONA DE PROTECCIÓ	HORARI DE VESPRE	HORARI DE NIT
E1	Tipus I	Tipus I
E2	Tipus III	Tipus II
E3 i E4	Tipus III	Tipus III

Com que en el cas del present projecte, tal com s'ha dit anteriorment, és E3, les làmpades hauran de complir amb les especificacions que es comenten a continuació.

Làmpades que tinguin menys del 15% de radiància per sota dels 440 nm, dins del rang de longituds d'ona comprès entre 280 i 780 nm.

Les làmpades han de complir amb el percentatge de radiacions electromagnètiques establerts anteriorment. En el cas de no poder justificar documentalment aquest percentatge, s'accepten les làmpades que emeten llum de temperatura de color igual o inferior a 3.000 K com a tipus II, i com a tipus III les làmpades amb temperatura de color superior a 3.000 K i igual o inferior a 4.200 K. Pel cas del present projecte la làmpada LED emprarà una temperatura de color de 4.000K.

En tots els casos es pot utilitzar una tipologia de làmpada establerta per a zones de protecció més elevada. Totes les làmpades que s'instal·lin a l'enllumenat exterior han de ser de classe d'eficiència energètica A, A+ o A++ i complir amb les restriccions de mercuri de les directives de la Unió Europea, amb l'excepció de les làmpades instal·lades en enllumenats de seguretat, senyals i anuncis lluminosos i en l'enllumenat nadalenc.

### 3.6.3.2. Percentatge màxim de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat d'un llum

Els percentatges màxims de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat (FHSinst) d'un llum, en funció de l'horari i de la zona de protecció envers la contaminació lumínica en què està ubicat, són els següents:

**Taula 3.25.-** Percentatges màxims de flux lluminós d'hemisferi superior instal·lat[15].

ZONA DE PROTECCIÓ	FHS inst. (%)	
	Horari de vespre	Horari de nit
E1	1	1
E2	5	1
E3	10	5
E4	15	10

Les zones EX estan exemptes del compliment d'aquest requeriment, tot i que no poden superar el 10% de FHSinst per a qualsevol zona de protecció envers la contaminació lumínica i horari d'ús.

En el cas del present projecte, com que es tracta d'una zona E3 li correspondria un FHSinst del 10% per horari de vespre i d'un 5% en Horari de nit. Com que a l'exterior s'han emprat projectors que enfoquen cap a baix, FHSinst té un valor del 0%.

### 3.6.3.3. Intrusió lumínica

La intrusió lumínica es pot valorar com a il·luminació intrusa o com a intensitat lluminosa emesa per un llum.

#### a) Nivells màxims d'il·luminació intrusa

Els nivells màxims d'il·luminació intrusa, en funció de l'horari d'ús i de la zona de protecció envers la contaminació lumínica sobre la qual té incidència la instal·lació d'il·luminació, són els següents:

**Taula 3.26.- Nivells màxim d'il·luminació intrusa segons horari i zona de protecció [15].**

ZONA DE PROTECCIÓ	Il·luminació intrusa (lux)	
	Horari de vespre	Horari de nit
E1	2	1
E2	5	2
E3	10	5
E4	25	10

La il·luminació intrusa produïda per l'enllumenat públic sobre la façana d'un edifici es mesura per sobre dels 4 m del sòl.

#### b) Intensitat lluminosa màxima

Els nivells màxims d'intensitat lluminosa emesa per un llum en direccions a àrees protegides i cap a determinades àrees que pugui provocar pertorbació al medi, molèstia o enlluernament a persones, en

funció de la zona de protecció envers la contaminació lumínica sobre la qual té incidència la instal·lació d'il·luminació, són els següents:

**Taula 3.27.- Intensitat lluminosa en funció de la zona de protecció [15].**

ZONA DE PROTECCIÓ	Intensitat lluminosa (cd)
E1	2.500
E2	7.500
E3	10.000
E4	25.000

En el cas del present projecte, al tractar-se d'una zona E3, el valor màxim de la intensitat lluminosa pot ser de 10.000 cd (candeles).

Per tant, per determinar el nivell màxim d'intensitat lluminosa del projector escollit, s'hauran de passar els 10.000 de cd a lúmens. Per fer-ho se seguirà una explicació recollida a un fragment del llibre *Sistemas Electrónicos de datos* [30]. Així doncs, considerant que una esfera completa té un angle sòlid de  $4 \cdot \pi$  estereoradians (sr), per la qual cosa una font de llum que irradia uniformement una candela (cd) en totes les direccions (difusió esfèrica) té un flux lluminós total d' $1 \text{ cd} \cdot 4\pi \text{ cd sr} = 4\pi \cdot \text{sr}$ . Això vol dir que 1 cd són, aproximadament, 12,57 lúmens (lm).

D'aquesta manera, com que els projectors escollits són de 4500 lm, el valor d'intensitat lluminosa és inferior del que sol·licita la normativa.

#### 3.6.4. Luminàries exteriors

Les lluminàries exteriors que s'instal·laran a la paret posterior de la nau industrial per il·luminar el pati exterior seran projectors LED model Ledinaire Floodlight Mini BVP105 sense sensor de la marca Philips [37]. Aquests projectors tenen una potència 50 W, una temperatura de color de 4000K i 4500 lm. Així doncs, aquestes lluminàries compleixen els requisits comentats anteriorment. Se n'instal·laran dues.





**Figura 3.75.-** L·luminària projector LED.( Font: Pàgina web Philips) [37].

Cal destacar que la situació exacta de les lluminàries exteriors es trobarà detallada als plànols elèctrics del present projecte.

### **3.7. Mecanismes de comandament manual**

En aquest apartat del present capítol, es descriuran els mecanismes de comandament manual escollits pel funcionament del sistema d'enllumenat de la nau industrial. Els elements de comandament manual escollits són els següents:

#### **3.7.1. Interruptor 10 A - 250 V, sèrie Plexo IP-55 de la marca Legrand**

Aquest tipus d'interruptors es muntaran superficialment a les parets de les zones de la nau industrial anomenades a continuació[52]:

- Sales adjacents magatzem (Sala reunions, vestuari, lavabos planta baixa, sala polivalent, sala d'eines, sala manteniment i sala assajos tècnics).

#### **3.7.2. Interruptor 10 A – 250 V, sèrie 82 de la marca Simon**

Aquest tipus d'interruptors s'instal·laran encastats a totes les sales de l'altell 1 i l'altell 2, és a dir, les zones de la nau industrial destinades a un ús d'oficines [53].

#### **3.7.3. Commutador 10 A - 250 V, sèrie Plexo IP-55 de la marca Legrand**

Aquest tipus de commutadors s'instal·laran superficialment a les parets de les zones de la nau industrial anomenades a continuació [52]:

- Magatzem.
- Taller 1: Sala Davant.
- Taller 2: Sala Darrere.

Cal destacar que la localització exacta de tots els mecanismes instal·lats a totes les sales de la nau industrial es troba detallada als plànols d'electricitat del present projecte adjuntats als annexos.

## 4. Capítol 4: Instal·lació contra incendis

En aquest capítol s'explicaran i descriuran els requisits mínims que s'han de satisfer i les condicions que ha de complir la instal·lació contra incendis del present projecte per tal de prevenir l'aparició d'incendis i per donar una resposta adequada en el cas que es pugui produir un incendi.

### 4.1. Objecte i àmbit d'aplicació

Aquest capítol de la memòria té per objecte la justificació i compliment del que s'exigeix a l'article 4 del *Reglament de Seguretat Contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI)* [6].

A l'article 4 de l'*RSCIEI* [6] s'estableix que per als establiments industrials de nova construcció i els que canviïn o modifiquin la seva activitat, es traslladin, s'ampliïn o es reformin es requerirà de la presentació d'un projecte que podrà estar integrat en el projecte general exigint per la legislació vigent amb la finalitat d'obtenir els permisos i llicències perceptives. Aquest projecte haurà de contenir tota la documentació necessària que justifiqui el compliment d'aquest reglament.

#### 4.1.1. Compatibilitat reglamentària

En primer lloc, les dues zones d'oficines tenen unes superfícies de 140m<sup>2</sup> (altell 1) i de 79m<sup>2</sup> (altell 2), la suma de les quals és de 219 m<sup>2</sup>. Cal recordar que l'article 3 de *RSCIEI* [6] indica que quan en un mateix edifici de la nau industrial coexisteixen amb l'activitat principal altres usos, com seria el cas d'oficines, considerades a efectes del *RSCIEI* [6] com a zona administrativa, si l'àrea on s'hi duen a terme aquests altres usos és major que 250 m<sup>2</sup>, aquesta haurà de complir amb les exigències establertes al *DB SI del CTE (Codi Tècnic d'Edificació)* [13], mentre que la resta de l'establiment que tingui un ús industrial seguirà el que determini el propi *RSCIEI* [6]. Com que en el cas del present projecte, la superfície total de les dues oficines, com ja s'ha dit abans, és de 219 m<sup>2</sup>, i per tant, menor a 250 m<sup>2</sup>, se seguirà el que digui el propi *RSCIEI* [6].

### 4.2. Inspeccions i periodicitat

S'haurà de sol·licitar un organisme de control facultat per a la inspecció de les instal·lacions de l'establiment industrial en la qual es comprovarà:

- a) Que no s'han produït canvis en l'activitat ni ampliacions.
- b) Que se segueix mantenint la tipologia de l'establiment, els sectors i àrees d'incendi i el risc de cada un.

- c) Que els sistemes de protecció contra incendis segueixen sent els exigits i que es realitzen les operacions de manteniment.

Com el risc intrínsec de la nau industrial és baix, tal i com s'estableix als càlculs que es mostren a l'Annex II, la periodicitat en la qual es realitzaran les inspeccions és de cinc anys.

Al finalitzar la inspecció s'aixecarà una acta, firmada pel tècnic competent de l'organisme de control que ha procedit a la inspecció i pel titular de l'establiment industrial, que conservaran una còpia.

### 4.3. Comunicació d'incendis

El titular de l'establiment industrial haurà de comunicar a l'òrgan competent de la comunitat autònoma, en el termini màxim de 15 dies qualsevol incendi que es produeixi a l'establiment industrial en el que concorri, almenys, una de les següents circumstàncies:

- a) Que es produeixin danys personals que requereixin atenció mèdica externa.
- b) Que s'ocasioni una paralització total de l'activitat industrial.
- c) Que resultin danys materials superiors a 30.000 euros.

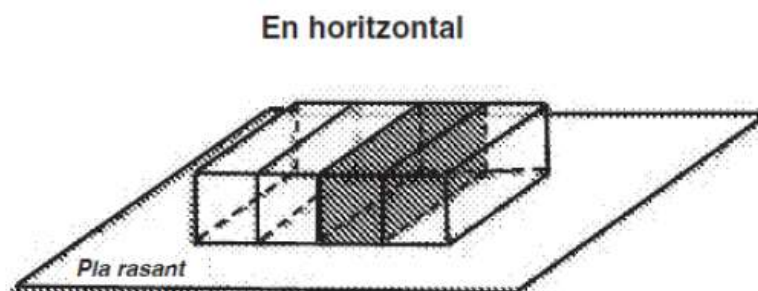
### 4.4. Caracterització de l'establiment

Els establiments industrials es caracteritzen per la seva configuració i ubicació respecte l'entorn i pel seu nivell de risc intrínsec.

#### 4.4.1. Caracterització de l'establiment industrial per la seva configuració i ubicació amb relació al seu entorn

La caracterització de l'establiment industrial del present projecte respecte la seva configuració i ubicació és del tipus A<sub>H</sub>.

S'entén per tipus A<sub>H</sub> un establiment industrial que ocupa parcialment un edifici de disposició horitzontal que té, a més, altres establiments, siguin o no d'ús industrial. La nau industrial del present projecte, comparteix en un dels seus costats l'estructura i el tancament.



**Figura 4.1.-** Caracterització tipus A horitzontal d'un edifici industrial respecte la seva configuració i ubicació respecte l'entorn. (Font: RSCIEI) [6].

#### 4.4.2. Caracterització de l'establiment industrial pel seu nivell de risc intrínsec

El nivell de risc intrínsec de l'establiment industrial es dedueix a partir de la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida segons la Taula 1.3 del RSCIEI [6] que es mostra a continuació.

**Taula 4.1.-** Nivell de risc intrínsec segons la densitat de càrrega de foc ponderada i corregida (Font: taula 1.3 RSCIEI) [6].

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1 $Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2 $100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3 $200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4 $300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5 $400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6 $800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7 $1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8 $3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

La nau industrial es divideix en un únic sector d'incendi. Aquest sector, doncs, tindrà la superfície total de l'establiment industrial: 587 m<sup>2</sup>. Així doncs, estarà compost per la zona del magatzem, els dos altells on hi ha situades l'oficina tècnica i l'oficina administrativa, els laboratoris i tallers metal·lúrgics, els lavabos, el vestuari, la sala d'eines, la sala de manteniment, la sala de reunions de la planta baixa i la sala polivalent.

A partir de la densitat de càrrega de foc de cada sector d'incendi es determinaran els requisits necessaris de protecció contra incendis del sector. Per tant, s'avaluarà la densitat de càrrega de foc aplicant la següent expressió:

1. Per les activitats de producció, transformació, reparació o qualsevol altre que sigui diferent d'emmagatzematge:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \left( \frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left( \frac{Mcal}{m^2} \right) \text{ (Eq. 5.1)}$$

On:

- $Q_s$ : densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida, del sector o àrea d'incendi en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $C_i$ : coeficient adimensional que pondera el grau de perillositat (per la combustibilitat) de cada un dels combustibles (i) que existeixen en el sector d'incendi.
- $q_{si}$ : densitat de càrrega de foc de cada zona amb procés diferent segons els diferents processos que es realitzin en el sector d'incendi (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $S_i$ : superfície de cada zona amb procés diferent i densitat de càrrega de foc diferent en m<sup>2</sup>.
- $R_a$ : coeficient adimensional que corregeix el grau de perillositat (per l'activació) inherent a l'activitat industrial que es desenvolupa al sector d'incendi, producció, muntatge, transformació, reparació, emmagatzematge, etc.

La part que correspon a magatzem es considera com a magatzem de dia, per la qual cosa, la fórmula emprada per calcular la densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida, és la mateixa que per a les activitats de producció. Per a més informació consultar l'apartat de càlculs de la Instal·lació contra incendis a l'Annex I.

**Taula 4.2.- Taula nivell de risc intrínsec segons densitat de càrrega de foc ponderada i corregida (Font: Taula 1.3 RSCIEI) [6].**

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Així doncs, aplicant l'expressió anterior, s'obté la densitat de càrrega de foc, ponderada i corregida de l'únic sector d'incendi considerat: 416,39 MJ/m<sup>2</sup>. A partir de la taula anterior del RSCIEI [6], deduïm que el nivell intrínsec del sector és Baix 1, ja que la densitat de càrrega de foc és menor a 425 MJ/m<sup>2</sup>.

## 4.5. Requisits constructius

### 4.5.1. Sectorització dels establiments industrials

El sector d'incendi de la nau industrial té una superfície de 587 m<sup>2</sup>, que es correspon amb la superfície total de la nau. Com que el nivell intrínsec del sector és baix 1, i la configuració és tipus A, si consultem a la taula 2.1 del RSCIEI [6] veiem que la màxima superfície construïda admissible és de 2000 m<sup>2</sup>.

**Taula 4.3.-** Màxima superfície admissible construïda a partir de la configuració de l'establiment segons el risc intrínsec del sector d'incendi (Font: Taula 2.1 RSCIEI)[6].

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000
MEDIO 3 4 5	(2)-(3) 500 400 300	(2) (3) 3500 3000 2500	(3) (4) 5000 4000 3500
ALTO 6 7 8	NO ADMITIDO	(3) 2000 1500 NO ADMITIDO	(3)(4) 3000 2500 2000

### 4.5.2. Materials

En aquest apartat s'analitzaran els materials de la nau industrial per veure si compleixen amb la *Norma UNE-EN-12501-1* [17]. S'analitzarà la resistència i el comportament davant del foc.

Les condicions de reacció al foc aplicable als elements constructius es justificaran mitjançant la classe que figura en cada cas, en primer lloc, conforme a la nova classificació europea i mitjançant la classe que figura en segon lloc entre parèntesis, conforme a la classificació *UNE-23727* [18].

El comportament davant del foc és la característica de combustibilitat del material, i es classifica de M0 a M3, sent el M0 el comportament al foc més favorable.

La resistència al foc dels materials indica el temps que l'element constructiu garanteix les condicions d'estabilitat i capacitat portant.

A continuació, es mostra una taula resum amb la classificació en funció del comportament davant del foc dels productes de construcció.

**Taula 4.4.- Taula resum classificació en funció del comportament davant del foc dels productes de construcció [6].**

CLASSIFICACIÓ EN FUNCIO DEL COMPORTAMENT DAVANT DEL FOC DELS PRODUCTES DE CONSTRUCCIÓ			
Classificació		Tots els productes de construcció excepte revestiments de terres	Revestiments de terres
Segons UNE-EN 13501-1	En relació al comportament de reacció del foc	A1, A2, B, C, D, E	A1 <sub>fl</sub> , A2 <sub>fl</sub> , B <sub>fl</sub> , C <sub>fl</sub> , D <sub>fl</sub> , E <sub>fl</sub>
	En relació amb la producció de fum	s1, s2, s3	s1, s2
	En relació amb la producció de gotes/partícules en flames	d0, d1, d2	
Segons UNE 23727		M0: No combustible	
		M1: Combustible però no inflamable	
		M2: Grau d'inflamabilitat moderat M3: Grau d'inflamabilitat mig M4: Grau d'inflamabilitat alt	

a) Productes utilitzats com a revestiments o acabats superficials

L'anàlisi dels materials dels productes utilitzats com a revestiments o acabats superficials es resumeix a la taula següent:

**Taula 4.5.- Taula resum exigències comportament al foc productes de revestiments [6].**

EXIGÈNCIES DE COMPORTAMENT AL FOC DELS PRODUCTES DE REVESTIMENTS		
Materials	RSCIEI	Projecte
Als terres	Cfl-s1 (M2) o més favorable	COMPLEIX
A parets i sostres	C-s3d0 (M2) o més favorable	COMPLEIX
Lluernes no contínues per l'eliminació de fum instal·lades a les cobertes	D-s2d0 (M3) o més favorable	COMPLEIX
Lluernes contínues a coberta	B-s1d0 (M1) o més favorable	COMPLEIX
Revestiment exterior de façanes	C-s3d0 (M2) o més favorable	COMPLEIX



b) Productes inclosos en parets i tancaments

L'anàlisi dels materials dels productes inclosos en parets i tancaments es resumeix a la taula següent:

**Taula 4.6.- Taula resum exigències comportament al foc productes inclosos en parets i tancaments [6].**

EXIGÈNCIES DE COMPORTAMENT AL FOC DELS PRODUCTES INCLOSOS A LES PARETS I TANCAMENTS	
RSCIEI	Projecte
Si la seva classe és més desfavorable que la del revestiment, la capa i el seu revestiment, en el seu conjunt: com a mínim, EI 30 (RF-30). Si s'utilitzen en sectors industrials de RB, ubicats en edificis de tipus B o C, n'hi ha prou Ds3d0 (M3) o més favorable.	COMPLEIX

c) Productes situats a l'interior de falsos sostres o terres elevats

L'anàlisi dels materials dels productes situats a l'interior de falsos sostres o terres elevats es resumeix a la taula següent:

**Taula 4.7.- Taula resum exigències comportament al foc productes situats a l'interior de falsos sostres o terres elevats [6].**

EXIGÈNCIES DE COMPORTAMENT AL FOC DELS PRODUCTES SITUATS A L'INTERIOR DE FALSOS SOSTRES O TERRES ELEVATS	
RSCIEI	Projecte
B-s3d0 (M1) o més favorable. Els cables han de ser no propagadors d'incendi i amb emissió de fum i opacitat reduïda.	COMPLEIX

d) Productes de construcció de pedra, ceràmics i metàl·lics

L'anàlisi dels materials dels productes situats a l'interior de falsos sostres o terres elevats es resumeix a la taula següent:

**Taula 4.8.- Taula resum exigències comportament al foc productes de construcció de pedra, ceràmics i metàl·lics [6].**

EXIGÈNCIES DE COMPORTAMENT AL FOC DELS PRODUCTES DE CONSTRUCCIÓ DE PEDRA, CERÀMICS I METÀL·LICS	
RSCIEI	Projecte
A1 (M0)	COMPLEIX

#### 4.5.3. Estabilitat al foc dels elements constructius portants

Cal destacar que les exigències de comportament davant del foc d'un element constructiu portant es defineixen pels seus temps durant els que aquest element ha de mantenir les següents condicions durant l'assaig normalitzat conforme a la norma que es correspongui de les incloses en la Decisió 2000/367/CE de la Comissió, de 3 de maig del 2000, modificada per la Decisió 2003/629/CE de la Comissió.

- a) L'estabilitat davant del foc exigible als elements constructius amb funció portant i escales que formin part del recorregut d'evacuació no tindrà un valor inferior al indicat a la Taula 2.2 del RSCIEI.

**Taula 4.9.- Estabilitat del foc d'elements estructurals portants i escales. (Font: Taula 2.2 RSCIEI) [6].**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Com que el nivell de risc intrínsec del sector d'incendis és Baix, i es tracta d'una nau tipus A amb planta sobre rasant, l'estabilitat al foc mínima dels elements estructurals amb funció portant serà R 90 (EF-90).

#### 4.5.4. Resistència al foc dels elements constructius de tancament

Cal destacar que les exigències de comportament davant del foc d'un element constructiu de tancament (o delimitador) es defineixen pels seus temps durant els que aquest element ha de mantenir

les següents condicions durant l'assaig normalitzat conforme a la norma que es correspongui de les incloses en la Decisió 2000/367/CE de la Comissió, de 3 de maig del 2000, modificada per la Decisió 2003/629/CE de la Comissió:

- a) Capacitat portant R.
- b) Integritat al pas de flames i gasos calents E.
- c) Aïllament tèrmic I.

Aquests tres supòsits equivalen als especificats en la norma *UNE 23093* [19]:

- a) Estabilitat mecànica (o capacitat portant).
- b) Estanquitat al pas de flames o gasos calents.
- c) No emissió de gasos inflamables a la cara no exposada al foc.
- d) Aïllament tèrmic suficient per impedir que la cara no exposada al foc superi les temperatures que estableix la norma corresponent.

Per tant, les exigències de comportament davant el foc dels elements constructius de tancament seran les següents:

#### **4.5.4.1. Elements constructius delimitadors d'un sector d'incendi**

La resistència al foc dels elements constructius delimitadors d'un sector d'incendi respecte d'altres no serà inferior a l'estabilitat al foc exigida a la Taula 2.2 del *RSCIEI* [6] pels elements portants en el sector d'incendi.

Per tant, la resistència al foc dels elements constructius delimitadors d'un sector d'incendi no serà inferior a R90.

#### **4.5.4.2. Mitjaneres o murs adjacents amb altres establiments**

A partir de la taula de l'apartat 5.2 del *RSCIEI* [6] es pot deduir que en el cas de la present nau industrial, la paret mitjanera que dona amb la nau adjacent serà com a mínim EI 120 si és sense funció portant i si és amb funció portant REI 120 (RF120), ja que la nau té un risc baix.

#### **4.5.4.3. Portes de pas entre sector d'incendis i portes que comuniquen amb l'exterior**

Les portes tindran com a mínim la resistència al foc exigida als elements constructius portants del sector d'incendi en el que es troben. Per tant, com que només es considera un sol sector d'incendi, totes les portes de l'establiment industrial hauran de tenir una resistència al foc R90.

#### 4.5.4.4. Buits que comuniquen un sector d'incendi amb l'espai exterior

Tots els buits, horitzontals o verticals que comuniquin un sector d'incendi amb un espai exterior a ell hauran de ser segellats de manera que mantinguin una resistència al foc que no serà menor de la resistència al foc del sector d'incendi, quan es tracti de comportes de canalitzacions d'aire de ventilació, calefacció o condicionament d'aire.

#### 4.5.4.5. Façana de l'establiment industrial

Pel que fa a les façanes, les parets estan formades per panells arquitectònics prefabricats verticals i amb una resistència al foc REI 180.

La façana haurà de complir amb l'apartat 5.3 del RSCIEI que diu que quan una paret mitgera, un forjat o una paret que compartimenta sectors d'incendi escometi a una façana, la resistència al foc d'aquesta, serà almenys, igual a la meitat de l'exigida a aquell element constructiu, en una franja l'amplada de la qual serà, com a mínim d'1m.

En el cas del present projecte, com que la paret mitgera ha de ser de REI 120 (RF120). La paret de façana ha de ser la meitat REI 60 (RF60), en una franja l'amplada de com a mínim d'1m.

En el nostre cas com que la paret de façana és de RF 180 la façana seria d'un mínim de RF 90 en una franja l'amplada de la qual serà com a mínim d'1m. L'amplada entre finestres és de 1,20m en totes les seves franges, més gran al mínim d'1m.

#### 4.5.4.6. Coberta de la nau industrial

La coberta, d'acord amb el RSCIEI [6] aplega l'estructura de la coberta (en el nostre cas la biga peraltada de pendent doble) i els suports (pilars). Per tractar-se d'una nau industrial tipus A amb parets mitgeres, l'apartat 4.2.5 del RSCIEI [6] indica que s'haurà de donar compliment a l'apartat 5.4.

Quan una paret mitgera o un element constructiu de compartimentació en sectors d'incendi escometi a la coberta, la resistència al foc d'aquesta serà, al menys, igual a la meitat de l'exigida a aquell element constructiu, en una franja l'amplada de la qual sigui igual a 1m.

Aquesta franja es podrà trobar fixada a l'estructura de la coberta quan aquesta tingui al menys la mateixa estabilitat al foc exigida a la franja. Com que la paret mitgera és de RF 120 la franja serà d'un mínim de RF 60.

## 4.6. Evacuació dels establiments industrials

### 4.6.1. Ocupació

Les exigències relatives a l'evacuació dels establiments industrials depenen de la seva ocupació. Per això, per tal de determinar la seva ocupació, prèviament cal conèixer el nombre de persones que ocupa el sector d'incendis.

Cal recordar, que s'ha considerat un únic sector d'incendis, per la qual cosa el personal total de la nau industrial coincidirà amb el personal del sector d'incendis. Així doncs, el personal estarà compost per un total de 14 operaris.

Com que el número de persones  $p$  que ocupen el sector d'incendi és menor a 100, s'aplicarà la següent fórmula per calcular l'ocupació del sector d'incendis:

$$P = 1,10 \cdot p \text{ (Eq. 5.2)}$$

On:

- $P$ : ocupació.
- $p$ : número de persones que ocupen el sector d'incendis.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, el sector d'incendis estarà ocupat per 14 operaris, per tant, l'ocupació resultant, un cop aplicada l'equació 5.2, tindrà un valor  $P=16$ .

Cal tenir en compte que en moments puntuals a la zona d'oficines o d'altres espais podran estar ocupats per persones alienes a l'empresa ja sigui per temes comercials, perquè estan de pas, o bé per altres assumptes.

### 4.6.2. Número de sortides i longitud del recorregut d'evacuació

Tal i com diu al *RSC/IEI* [6], quan en un edifici industrial tipus A coexisteixen activitats industrials i no industrials, l'evacuació dels espais ocupats per tots els usos que es realitzi a través dels elements comuns ha de satisfer les condicions establertes al *CTE DB SI (Document Bàsic- Seguretat en cas d'incendi)* [13].

Per tant, s'haurà de tenir en compte el que hi ha exposat a la Taula 3.1 de l'apartat 3 del *DB SI 3* del *CTE* [13]. Com que l'establiment industrial d'aquest projecte només disposa d'una única sortida s'haurà de mirar el que diu la Taula 3.1 a l'apartat: "*Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente*" per veure si es compleix o no amb la normativa.

Així doncs, a la Taula 3.1 s'exposa que un recinte pot disposar d'una única sortida si es compleix el següent:

- L'ocupació no excedeix de 100 persones.
- La longitud dels recorreguts d'evacuació fins la sortida de planta no excedeix els 25 m o bé 50 m si es tracta d'una planta que té una sortida directa a l'espai exterior segur i l'ocupació no excedeix les 25 persones.
- L'altura d'evacuació descendent de la planta considerada no excedeix 28 m.

Per l'únic sector d'incendi considerat, l'ocupació és de 16 persones i, per tant, no excedeix les 100 persones. Pel que fa a la longitud dels recorreguts d'evacuació, cap excedeix els 25 m en general o els 50 m quan l'ocupació sigui menor de 25 persones i la sortida comuniqui directament amb l'espai exterior segur. Per últim, en cap cas l'altura d'evacuació descendent de la planta excedeix els 28 m.

Per tant, com es compleixen totes les condicions exposades, només farà falta una sortida d'evacuació per garantir en tot moment l'evacuació de les persones. Aquesta sortida d'evacuació es considera la porta d'accés de vianants de la nau pel carrer Vial de les Pedreres.

Per més informació sobre els trams d'evacuació i les seves longituds consultar els plànols del projecte.

#### 4.6.3. Disposició de les escales

Les escales vinculades a l'evacuació descendent seran protegides, d'acord amb el *RSCIEI* [6], quan s'utilitzin per l'evacuació d'establiments que, en funció del seu nivell de risc intrínsec, superin l'altura d'evacuació següent:

- Risc alt: 10 m.
- Risc mitjà: 15 m.
- Risc baix: 20 m.

En el cas del present projecte, es disposa de dues escales que tenen una alçada vinculada de 5 m. Com que el nivell de risc intrínsec del sector de la nau industrial és baix, no fa falta protegir les escales.

#### 4.6.4. Dimensionament de sortides, passadissos i escales

El dimensionament de sortides, passadissos i escales es farà segons el que estableixi el *CTE DB SI 3* [13] a l'apartat 4. Per tant, s'haurà de complir el que s'estableix a la Taula 4.1.

Així doncs, d'acord amb la Taula 4.1 del *CTE DB SI 3* [13]:

- a) Les portes compliran amb el següent:

L'amplada mínima de la porta d'una fulla farà 0,80 m i la de dues fulles, l'amplada de cada fulla de porta no serà menor que 0,60 m, ni excedirà els 1,23 m. A la nau industrial les portes d'una fulla tenen una amplada de 0,8 m. Per altra banda, les de doble fulla tenen una amplada de 0,75 m la fulla. Per tant, tant les portes d'una fulla com les de doble fulla compleixen amb les dimensions exigides.

- b) Els passadissos compliran amb el següent:

Els passadissos faran com a mínim 1,00 m d'amplada. La nau no consta de passadissos com a tal però es consideraran les zones de pas per accedir a les diferents sales de l'establiment industrial com a passadissos. Com que totes aquestes zones de l'establiment de la zona fan més de 1,00 m d'amplada es compleix amb la normativa.

- c) Les escales no protegides per a l'evacuació descendent compliran amb el següent:

L'amplada mínima de les escales no protegides ha de ser com a mínim de 1,00 m. Les escales no protegides de la nau tenen una amplada d'1,00 m totes dues. Per tant, compleixen amb les dimensions exigides.

#### 4.6.5. Característiques de les portes

Les portes situades en recorreguts d'evacuació hauran de complir amb l'apartat 6, del DB SI 3, del CTE [13]. En el cas del present projecte, com que l'evacuació està prevista per menys de 50 persones, no tindran cap restricció respecte el seu sentit de gir o sistema de tancament.

#### 4.6.6. Característiques de les escales

Les escales hauran de complir amb les exigències de l'apartat 4.2 "Escaleras de uso general" del DB SUA 1 del CTE [8]. En trams rectes, la petjada (H) de l'escala mesurarà 28 cm com a màxim. En trams rectes o corbes la contrapetjada (C) mesurarà 13 cm com a mínim i 18,5 cm com a màxim. A més, s'haurà de complir la següent relació:

$$54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm} \text{ (Eq. 5.3)}$$

Les escales d'evacuació tenen totes dues una petjada (H) de 30 cm i una contrapetjada (C) de 14 cm, complint-se així la relació anterior:

$$54 \text{ cm} \leq 58 \text{ cm} \leq 70 \text{ cm}$$

#### 4.6.7. Senyalització i il·luminació

Per a la senyalització i il·luminació dels mitjans d'evacuació se seguirà el que hi ha establert a l'apartat 7 del DB SI 3 del CTE [13].

1. S'utilitzaran senyals d'evacuació definides en la *Norma UNE 23034:1988* [20], conforme els següents criteris:
  - Les sortides de recinte, planta o edifici tindran un senyal amb el cartell “*SORTIDA*”.
  - Han de disposar-se senyals indicatius de direcció dels recorreguts, visibles des de tot origen d'evacuació des del que no es percebin directament les sortides o els seus senyals indicatius.
  - En els punts dels recorreguts d'evacuació en els que existeixin alternatives que puguin induir a l'error, també es disposaran els senyals citats anteriorment, de manera que quedi clarament indicada l'alternativa correcta.
  - En els recorreguts citats, junt a les portes que no siguin sortida i que puguin induir a l'error durant l'evacuació, s'haurà de disposar el senyal amb el cartell “*Sense sortida*” en un lloc fàcilment visible però en cap cas sobre les fulles de les portes.
  - Els senyals es disposaran de forma coherent amb l'assignació d'ocupants que es pretengui fer a cada sortida.
2. Els mitjans de protecció contra incendis d'utilització manual s'hauran de senyalitzar mitjançant senyals definits a la *Norma UNE-23033-1* [21] la mida dels quals serà:
  - 210x120 mm quan la distància d'observació del senyal no excedeixi de 10 m.
  - 420 x 420 mm quan la distància d'observació estigui compresa entre 10 i 20 m.
  - 594 x 594 mm quan la distància d'observació estigui compresa entre 20 i 20 m.
3. Els senyals tant d'evacuació com de protecció contra incendis han de ser visibles inclús en cas de fallada del subministrament del sistema d'enllumenat normal.

La distribució dels senyals es troba detallada als plànols de contra incendis del present projecte.

#### 4.7. Ventilació i eliminació dels fums i gasos de la combustió en els edificis industrials

L'eliminació dels fums i gasos de combustió dels espais ocupats per sectors d'incendi d'establiments industrials s'haurà de realitzar d'acord amb la tipologia de l'edifici en relació amb les característiques que determinen el moviment del fum.



Disposaran de sistema d'evacuació de fums:

- a) Els sectors d'incendi amb activitats de producció de risc intrínsec mitjà i amb una superfície construïda major o igual de 2.000 m<sup>2</sup> i de risc intrínsec alt i una superfície construïda major o igual de 1.000 m<sup>2</sup>.
- b) Els sectors d'incendi amb activitats d'emmagatzematge de risc intrínsec mitjà i amb una superfície construïda major o igual de 1.000 m<sup>2</sup> i de risc intrínsec alt i una superfície construïda major o igual de 8.000 m<sup>2</sup>.

Per a naus de menor superfície, es podran aplicar els següents valors mínims de la superfície aerodinàmica d'evacuació de fums:

- a) Els sectors d'incendi amb activitats de producció, muntatge, transformació, reparació i altres diferents a l'emmagatzematge si:
  - 1. Estan situats en planta sota rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de 0,5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup> o fracció.
  - 2. Estan situats en qualsevol planta sobre rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de 0,5 m<sup>2</sup> / 200 m<sup>2</sup>, o fracció.
- b) Els sectors d'incendi amb activitats d'emmagatzematge si:
  - 1. Estan situats en planta sota rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de 0,5 m<sup>2</sup> / 100 m<sup>2</sup>, o fracció.
  - 2. Estan situats en qualsevol planta sobre rasant i el seu nivell de risc intrínsec és alt o mitjà, a raó d'un mínim de superfície aerodinàmica de 0,5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>, o fracció.

Cal recordar que la superfície aerodinàmica és, segons es defineix en la *Norma UNE 23585* [22], la resultant de multiplicar la superfície neta del buit practicat, a la coberta o envà, per un "coeficient de descàrrega" (Sempre menor de 1,00, a causa de les pèrdues pels mecanismes, lames, comporta, etc.), que ha de facilitar el fabricant.

Com que la nau objecte del projecte és de 587,00 m<sup>2</sup> i té un risc intrínsec Baix 1, no coincideix amb cap dels supòsits establerts pel *RSCIEI* [6] i, per tant, no s'ha d'establir una solució vinculada a la ventilació i eliminació de fums.

## 4.8. Emmagatzematge

Com ja s'ha justificat anteriorment, el magatzem de l'establiment industrial del present projecte és el que es considera com un magatzem de dia, per la qual cosa no es considera un magatzem com a tal,

sinó que es un lloc de pas dels elements metal·lúrgics a assajar i analitzar. Per tant, no se seguiran les especificacions descrites en aquest apartat del *RSCIEI* [6].

## 4.9. Requisits de les instal·lacions de protecció contra incendis

### 4.9.1. Sistemes automàtics de detecció contra incendis

Un sistema de detecció contra incendis permet detectar un incendi en el temps més curt possible i emet senyals d'alarma i de localització adequats amb la finalitat d'adoptar-se les mesures adequades.

Així doncs, segons el capítol 3 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes automàtics de detecció d'incendis en els sectors d'incendi dels establiments industrials quan en un d'ells es desenvolupin activitats de producció, muntatge, transformació, reparació o altres diferents a l'emmagatzemament si estan ubicats en edificis tipus A i la superfície total construïda és de 300 m<sup>2</sup> o superior. Com que en el cas del present projecte, hi ha un únic sector d'incendi en el qual s'hi desenvolupen activitats diferents a l'emmagatzematge i té una superfície major de 300 m<sup>2</sup> s'hauran d'instal·lar sistemes automàtics de detecció d'incendis.

Per tant, com que la nau només té un sector d'incendis, s'instal·larà un sistema automàtic de detecció d'incendis. El sistema automàtic de detecció d'incendis complirà en tot moment amb el *RIPCI* (*Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis*) [7].

A continuació, es mostra una taula amb la quantitat de detectors i tipus d'aquests que es col·locaran a cada zona.

**Taula 4.10.-** *Detectors previstos a instal·lar a la nau industrial.*

ZONA	DETECTORS DE FUM
Zona Planta Baixa. Magatzem i sales adjacents	2 ut.
Zona Planta Baixa. Tallers Assajos tècnics	4 ut.
Zona Altell 1	11 ut.
Zona Altell 2	3 ut.

La localització exacta de cada un dels detectors es troba detallada als plànols de contra incendis situats a l'annex del present projecte.

A més, cal destacar que per controlar els detectors que s'instal·laran a la nau industrial, s'instal·larà una central de detecció d'incendis convencional de 8 zones de la marca Plana Fàbrega [34].

#### 4.9.2. Sistemes manuals d'alarma d'incendi

Segons el que hi ha establert en el capítol 4 de l'Annex III del *RSCIEI* [6] s'instal·laran sistemes manuals d'alarma d'incendi en els sectors d'incendi dels establiments industrials en els quals es desenvolupin activitats diferents de l'emmagatzematge si la seva superfície total construïda és de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.

Com que la superfície construïda de l'únic sector d'incendi considerat és de 587 m<sup>2</sup>, i per tant, menor no caldrà instal·lar sistemes manuals d'alarma d'incendi.

#### 4.9.3. Sistemes de comunicació d'alarma

Segons el capítol 5 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes de comunicació d'alarma en tots els sectors d'incendi d'establiments industrials si la suma de la superfície construïda de tots els sectors d'incendi de l'establiment industrial és de 10.000 m<sup>2</sup> o superior.

Com ja s'ha dit anteriorment, la nau industrial del present projecte presenta un únic sector d'incendi, amb una superfície total de 587 m<sup>2</sup>, per tant, no serà necessària la instal·lació de sistemes de comunicació d'alarma.

#### 4.9.4. Sistemes d'abastiment d'aigua contra incendis

Al *RSCIEI* [6], al capítol 6 de l'Annex III, s'indica que s'instal·larà un sistema d'abastiment d'aigua contra incendis ("xarxa d'aigua contra incendis"), si:

- a) Ho exigeixen les disposicions vigents que regulen activitats industrials sectorials o específiques, d'acord amb l'article 1 d'aquest reglament.
- b) Quan sigui necessari per donar servei, en les condicions de cabal, pressió i reserva calculats, a un o diversos sistemes de lluita contra incendis, tals com:
  - [1] Xarxa de boques d'incendi equipades (BIE).
  - [2] Xarxa d'hidrants exteriors.
  - [3] Ruixadors automàtics.
  - [4] Aigua polvoritzada.
  - [5] Escuma.

Quan en una instal·lació d'un establiment industrial coexisteixin diversos de aquests sistemes, el cabal i reserva d'aigua es calcularan considerant la simultaneïtat d'operació mínima que s'estableix en la taula del propi *RSCIEI* [6].

D'acord amb la justificació posterior, l'establiment industrial del present projecte haurà de disposar de Boques d'Incendi Equipades (BIE). Després d'una gestió amb AGBAR, Aigües de Barcelona, es comprova que el carrer Vial de les Pedreres Nau C1, disposa d'una xarxa d'abastament d'aigua contra incendis que dona la pressió i el cabal necessaris.

#### 4.9.5. Sistemes d'hidrants exteriors

Tal com s'explica al *RSCIEI* [6], en l'Annex III capítol 7.1 ("Necessitats") s'indica que s'instal·larà un sistema d'hidrants exteriors si:

- El que exigeixen les disposicions vigents que regulen activitats industrials sectorials o específiques, d'acord amb l'article 1 d'aquest reglament.
- Hi concorren les circumstàncies que es reflecteixen a la Taula 3.1 del *RSCIEI*, que es mostra a continuació.

**Taula 4.11.- Hidrants exteriors en funció de la configuració de la zona, la seva superfície construïda i el seu nivell de risc intrínsec. (Font: Taula 3.1 *RSCIEI*)[6]**

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

\*No és necessari quan el risc és Baix 1 (Taula 1.3. del *RSCIEI*: Densitat de càrrega de foc ponderada i corregida) [6].

Com es pot comprovar a través de la taula anterior, per la nau industrial del present projecte no serà necessari instal·lar un sistema d'hidrants exteriors ja que el sector d'incendi és de 587 m² i presenta un nivell de risc intrínsec baix.

#### 4.9.6. Extintors d'incendi

Al capítol 8 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'indica que s'instal·laran extintors d'incendi portàtils en tots els sectors d'incendi dels establiments industrials.

A part del *RSCIEI* [6], també s'haurà de complir amb el que està establert al *RIPCI* (*Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis*) [7]. Així doncs, al *RIPCI* [7] s'estableix que els agents extintors han de ser adequats per cada una de les classes de foc normalitzades a la norma *UNE-EN 2*.

- Classe A: Focs de materials sòlids, generalment de naturalesa orgànica, on la seva combinació es realitza normalment amb la formació de brases.
- Classe B: Focs líquids o de sòlids liquables.
- Classe C: Focs de gasos.
- Classe D: Focs de metalls.
- Classe F: Focs derivats de la utilització d'ingredients per cuinar (olis o greixos vegetals o animals) als aparells de cuina.

Al *RSCIEI* [6] s'estableix que quan en el sector d'incendi coexisteixin combustibles de la classe A i de la classe B, es considera que la classe de foc del sector d'incendi és A o B quan la càrrega de foc aportada pels combustibles de classe A o de classe B, respectivament, sigui, almenys, el 90 per cent de la càrrega de foc del sector. En un altre cas, la classe de foc del sector d'incendi es considerarà A-B.

Al punt 8.2 del *RSCIEI* [6] diu que si la classe de foc del sector d'incendi és A o B, es determinarà la dotació d'extintors del sector d'incendi d'acord amb la taula 3.1 o amb la taula 3.2, respectivament.

A més, si la classe de foc del sector d'incendi és A-B, es determinarà la dotació d'extintors del sector d'incendi sumant els necessaris per a cada classe de foc (A i B), avaluats independentment, segons la taula 3.1 i la taula 3.2, respectivament.

Quan en el sector d'incendi existeixin combustibles de classe C que puguin aportar una càrrega de foc que sigui, almenys, el 90 per cent de la càrrega de foc del sector, es determinarà la dotació d'extintors d'acord amb la reglamentació sectorial específica que els afecti. En un altre cas, no s'incrementarà la dotació d'extintors si els necessaris per la presència d'altres combustibles (A i / o B) són aptes per a focs de classe C.

Quan en el sector d'incendi existeixin combustibles de classe D, s'utilitzaran agents extintors de característiques específiques adequades a la naturalesa del combustible, que podran projectar se sobre el foc amb extintors, o mitjans manuals, d'acord amb la situació i les recomanacions particulars del fabricant de l'agent extintor.

**Taula 4.12.-** Determinació de la dotació dels extintors portàtils en sectors d'incendi amb càrrega de foc aportada per combustible classe A (Font: Taula 3.1 RSCIEI)[6].

GRADO DE RIESGO INTRINSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

**Taula 4.13.-** Determinació de la dotació dels extintors portàtils en sectors d'incendi amb càrrega de foc aportada per combustible classe B (Font: Taula 3.1 RSCIEI) [6].

VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)				
	$V \leq 20$	$20 < V \leq 50$	$50 < V \leq 100$	$100 < V \leq 200$
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

A més, s'han de tenir en compte les següents consideracions:

- No es permet l'ús d'agents extintors conductors de l'electricitat sobre focs que es desenvolupen en presència d'aparells, quadres, conductors i altres elements sota tensió elèctrica superior a 24 V. La protecció d'aquests es realitzarà amb extintors de diòxid de carboni, o pols seca BC o ABC, la càrrega es determinarà segons la mida de l'objecte protegit amb un valor mínim de cinc kg de diòxid de carboni i 6 kg de pols seca BC o ABC.
- L'emplaçament dels extintors portàtils d'incendi permetrà que siguin fàcilment visibles i accessibles, estaran situats pròxims als punts on s'estimi major probabilitat d'iniciar-se l'incendi i la seva distribució serà tal que el recorregut màxim horitzontal, des de qualsevol punt del sector d'incendi fins l'extintor, no superi 15 m.
- S'instal·laran extintors portàtils en totes les àrees d'incendi dels establiments industrials (de tipus D i tipus E), excepte en les àrees el nivell de risc intrínsec sigui baix 1. La dotació estarà

d'acord amb el que estableixen els apartats anteriors, excepte el recorregut màxim fins un d'ells, que podrà ampliar-se a 25 m.

Així doncs, tenint en compte totes les premisses anteriors exposades, els extintors que s'instal·laran a la nau per tal de complir amb la normativa s'estableixen a la taula següent:

**Taula 4.14.- Tipus d'extintors a cada zona de la nau industrial.**

ZONA	EXTINTOR POLS ABC 6KG EFICÀCIA MÍNIMA 21 A 113 B C	EXTINTOR CO <sub>2</sub> 5KG EFICÀCIA MÍNIMA A 89B C
Zona Planta Baixa. Magatzem i sales adjacents	3 ut.	1 ut.
Zona Planta Baixa. Tallers Assajos tècnics	2 ut.	3 ut.
Zona Altell 1	1 ut.	1 ut.
Zona Altell 2	1 ut.	1 ut.

Els extintors de CO<sub>2</sub> de 5 kg es col·locaran al costat dels quadres elèctrics.

Els extintors de pols ABC de 6 kg no estaran separats entre sí més de 15m.

Tots els extintors s'instal·laran sobre suports fixats a paraments verticals, de manera que la part superior de l'extintor quedi, com a màxim, 1,70 metres sobre el terra.

Cal destacar que la distribució exacta dels extintors de la nau industrial està detallada als plànols contra incendis del present projecte

#### 4.9.7. Sistemes de boques d'incendi

Tal com s'estableix en el capítol 9 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes de boques d'incendi equipades (BIE) en els sectors d'incendi de l'establiment industrial si estan ubicats en edificis tipus A i la seva superfície total construïda és de 300 m<sup>2</sup> o superior.

Com que en el cas d'estudi, la superfície total del sector d'incendi considerat és major que 300 m<sup>2</sup> sí que serà necessària la instal·lació de sistemes de boques d'incendi.

Per determinar el tipus de BIE de la nau industrial, a més de seguir els requisits establerts al *Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI)* [7], s'hauran de complir les condicions de la següent taula:

**Taula 4.15.- Tipus de BIE i característiques segons el nivell de risc intrínsec (Font: RSCIEI)[6].**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

\*S'admetrà BIE 25 mm com una presa addicional del 45 mm, i es considerarà, als efectes de càlcul hidràulic, com BIE de 45 mm.

El cabal unitari serà el corresponent a aplicar a la pressió dinàmica disponible a l'entrada de la BIE, quan funcionin simultàniament el nombre de BIE indicat, el factor "K" del conjunt, proporcionat pel fabricant de l'equip. Els diàmetres equivalents mínims seran 10 mm per BIE de 25 i 13mm per a les BIE de 45 mm.

S'haurà de comprovar que la pressió en el filtre ("boquilla") no sigui inferior a dos bar ni superior a cinc bar, i, si cal, es disposaran dispositius reductors de pressió.

Així doncs, com en el cas de la nau industrial del projecte, el nivell de risc intrínsec es baix, s'haurà d'instal·lar un sistema BIE de diàmetre nominal 25 mm, simultaneïtat 2 i amb un temps d'autonomia de 60 min.

#### 4.9.7.1. Càlcul hidràulic de la BIE

Per al càlcul de la xarxa d'alimentació de les Boques d'Incendi Equipades (BIE) se seguirà el mètode que hi ha establert al llibre *Càlcul de xarxes d'alimentació de boques d'incendi equipades (BIE)* [29], s'ha de comprovar que la pressió de la xarxa subministrada per l'empresa subministradora d'aigües, ha de ser suficient per vèncer totes les pèrdues de càrrega (resistències) i les diferències d'alçades de la instal·lació hidràulica.

El cabal i la reserva d'aigua es determinen segons el tipus de BIE (25 o 45) emprades, pel nombre de BIE que han de funcionar alhora i pel temps que s'ha de garantir que funcioni el sistema. En el nostre cas és del tipus BIE DN 25mm amb simultaneïtat 2 i temps d'autonomia 60min.

El mode de càlcul està basat en el fet que tot fluid real perd energia quan es condueix per una canonada. Aquesta pèrdua d'energia es deu a la fricció entre el fluid i les parets de la canonada



(pèrdues lineals) , a la fricció del pas de l'aigua pels obstacles com accessoris i vàlvules i la pèrdua de la pròpia BIE.

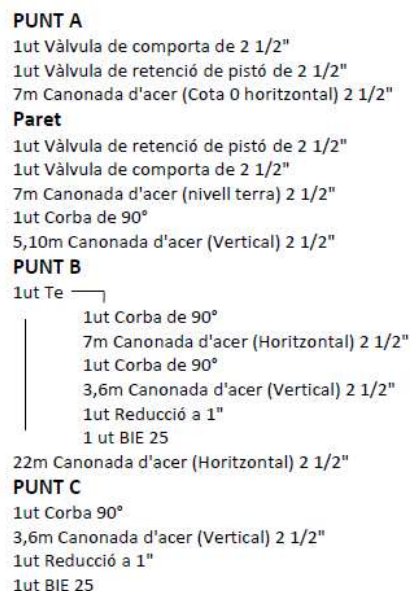
Una vegada calculades les pèrdues de càrrega en (mca), s'ha de sumar o restar la diferència d'alçades en m segons cada cas. Si la BIE està per sota del sistema de pressió, la diferència d'alçada s'ha de restar a la pèrdua de càrrega total (pel fet que la columna de fluid ajuda a donar pressió), en canvi, si la BIE està en un pla superior la diferència d'alçada s'ha de sumar a la pèrdua de càrrega total (pel fet que la columna de fluid va en contra de la pressió). La suma és la càrrega total.

La pressió mínima necessària a l'entrada de la instal·lació ha de ser capaç de suportar aquesta càrrega total. La companyia subministradora d'aigua ens ha de dir la pressió de xarxa, per tal de comprovar si aquesta és suficient. Si no fos el cas, s'haurà de dissenyar un sistema que garanteixi aquesta pressió necessària.

D'aquesta manera, les dades a tenir en compte pel càlcul hidràulic de la BIE són les següents:

- BIE 25 mm.
- Pressió dinàmica a l'orifici de sortida: 2 bar.
- Diàmetre de l'orifici de sortida: 10 mm.
- Q (cabal)=100 l/min.
- Les canonades es consideren d'acer galvanitzat.

L'esquema que segueix la xarxa és el següent:



**Figura 4.2.- Esquema del circuit hidràulic de la BIE de la nau industrial.**

La velocitat es calcula segons l'expressió:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \text{ (Eq. 5.4)}$$

On:

- v: velocitat del fluid [m/s].
- Q: cabal [m³/s].
- D: diàmetre canonada [m].

La pèrdua de càrrega unitària lineal es calcula a partir de la fórmula de Hazen-Williams:

$$h = 10,61 \cdot C_H^{-1,85} \cdot Q^{1,85} \cdot D^{-4,87} \text{ (Eq. 5.5)}$$

On:

- h: pèrdua de càrrega unitària [mca/m].
- $C_H$ : coeficient de Hazen-Williams. Per l'acer galvanitzat preveient incrustacions es prendrà un valor de 110.
- D: diàmetre canonada [m].
- Q: cabal [m³/s].

Les pèrdues de càrrega d'accessoris ( $h_a$ ) i de les vàlvules ( $h_v$ ) estaran expressades en [mca] i s'extrauran de la taula AFTA de l'Associació de Fabricants de Tubs d'Acer. Es considerarà una canonada de 2 1/2".

Així doncs, a partir de les expressions anteriors i dels paràmetres de càlcul definits, mitjançant un full de càlcul realitzat amb el programa Excel es comprova que la pressió és igual o inferior a la de la xarxa pública, tal i com es mostra a les taules resum extretes del full de càlcul Excel i adjuntades a continuació. Cal destacar que els Excels es trobaran adjuntats als annexos del present projecte.

**Taula 4.16.- Taula resum 1 del càlcul de la BIE.**

TRAM	NÚM. BIEs al tram	Q (cabal) (l/min)	Q (cabal) (m³/s)	DN (Polzades)	DN (mm)	Dint(mm)	v (m/s)	h Tram (mmca/m)
A-B	2	200	3,33E-03	2 1/2"	65	68,9	0,89	21,10
B-C	1	100	1,67E-03	2 1/2"	65	68,9	0,45	5,85

**Taula 4.17.- Taula resum 2 del càlcul de la BIE.**

TRAM	L (m)	h Linials (mmca)	h Accessoris (mmca)	h Valvuleria (mmca)	h BIE 25 (mmca)	h Total (mmca)
A-B	19,1	403,06	46,00	320,76		
B-C	25,4	148,68	33,01			
<b>TOTAL</b>		<b>551,74</b>	<b>79,02</b>	<b>320,76</b>	<b>57.787,30</b>	<b>58.738,83</b>



**Taula 4.18.- Taula resum 3 del càlcul de la BIE.**

TRAM	L (m)	h Linials (mca)	h Accessoris (mca)	h Valvuleria (mca)	h BIE 25 (mca)	h Total (mca)	z (mca)	H (mca) = h Total + z	H (bar) = h Total + z
A-B	19,1	0,40	0,05	0,32			Pujo +5,10m		
B-C	25,4	0,15	0,03				Baixo -3,6m		
<b>TOTAL</b>		<b>0,55</b>	<b>0,08</b>	<b>0,32</b>	<b>57,79</b>	<b>58,74</b>	<b>1,50</b>	<b>60,24</b>	<b>5,91</b>

Tal i com es pot observar a la taula anterior, s'obté un valor total de 5,91 bar. Com que la pressió de la xarxa pública és de 6,5 bar, vol dir que compleix.

#### 4.9.8. Sistemes de columna seca

Segons el capítol 10 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes de columna seca en els establiments industrials si són de risc intrínsec mitjà o alt i la seva altura d'evacuació és de 15 m o superior.

Com que la nau del present projecte present un risc intrínsec baix i l'altura d'evacuació en cap cas és de 15 m o superior, no serà necessari instal·lar sistemes de columna seca.

#### 4.9.9. Sistemes de ruixadors automàtics d'aigua

Segons el que hi ha establert al capítol 11 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes ruixadors automàtics d'aigua en els sectors d'incendi dels establiments industrials quan en aquests es desenvolupin activitats de producció, muntatges, transformació, reparació o altres diferents de l'emmagatzematge quan estiguin ubicats en edificis tipus A si el seu nivell de risc intrínsec és mitjà i la superfície total construïda és de 500 m<sup>2</sup> o superior.

En el cas d'estudi, el sector d'incendis de la nau industrial presenta una superfície més gran a 500 m<sup>2</sup>, però el nivell de risc intrínsec és baix. Per tant, no serà necessari instal·lar sistemes de ruixadors automàtics d'aigua.

#### 4.9.10. Sistemes d'aigua polvoritzada

Tal i com diu el capítol 12 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes d'aigua polvoritzada quan per la configuració, contingut, procés i ubicació del risc sigui necessari refrigerar parts d'aquest per assegurar l'estabilitat de la seva estructura, i evitar els efectes de la calor de radiació emès per un altre risc proper, i en aquells sectors d'incendi i àrees d'incendi on sigui preceptiva la seva instal·lació d'acord amb les disposicions vigents que regulen la protecció contra incendis en activitats industrials sectorials o específiques (article 1 del *RSCIEI*) [6].

Per tant, d'acord amb les premisses presentades, no serà necessari instal·lar sistemes d'aigua polvoritzada.

#### **4.9.11. Sistemes d'escuma física**

Segons el capítol 13 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes d'escuma física en aquells sectors d'incendi i àrees d'incendi on sigui preceptiva la seva instal·lació d'acord amb les disposicions vigents que regulen la protecció contra incendis en activitats industrials, sectorials o específiques (article 1 del *RSCIEI* [6]) i, en general, quan hi hagi àrees d'un sector d'incendi en què es manipulen líquids inflamables que, en cas d'incendis, puguin propagar-se a altres sectors.

Com que no és el cas de la nau industrial del present projecte, no caldrà la instal·lació de sistemes d'escuma física.

#### **4.9.12. Sistemes d'extinció per pols**

Tal i com diu el capítol 14 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], s'instal·laran sistemes d'extinció per pols en aquells sectors d'incendi on sigui preceptiva la seva instal·lació d'acord amb les disposicions vigents que regulen la protecció contra incendis en activitats industrials sectorials o específiques (article 1 del *RSCIEI* [6]).

D'acord amb les premisses presentades, no serà necessària la instal·lació de sistemes d'extinció per pols.

#### **4.9.13. Sistemes d'extinció per agents extintors gasosos**

Al capítol 15 de l'Annex III del *RSCIEI* [6] s'hi indica que s'instal·laran sistemes d'extinció per agents extintors gasosos en els sectors d'incendi dels establiments industrials quan:

- a) Sigui preceptiva la seva instal·lació d'acord amb les disposicions vigents que regulen la protecció contra incendis en activitats industrials sectorials o específiques (article 1 del *RSCIEI* [6]).
- b) Constitueixin recintes on s'ubiquen equips electrònics, centres de càlcul, bancs de dades, centres de control o mesura i anàlegs i la protecció amb sistemes d'aigua puguin danyar aquests equips.

D'acord amb les premisses presentades, no caldrà la seva instal·lació a la nau industrial del present projecte.

#### 4.9.14. Sistemes d'enllumenat d'emergència

D'acord amb el capítol 16 de l'Annex III del *RSCIEI* [6], comptaran amb una instal·lació d'enllumenat d'emergència de les vies d'evacuació els sectors d'incendi dels edificis industrials quan:

- a) Estiguin situats en planta sota rasant.
- b) Estiguin situats en qualsevol planta sobre rasant, quan l'ocupació, P, sigui igual o major de 10 persones i siguin de risc intrínsec mitjà o alt.
- c) En qualsevol cas, quan l'ocupació, P, sigui igual o major de 25 persones.

A més, comptaran amb una instal·lació d'enllumenat d'emergència:

- a) Els locals o espais on estiguin instal·lats quadres, centres de control o comandaments de les instal·lacions tècniques de serveis (esmentades a l'annex II.9 del *RSCIEI* [6]) o dels processos que es desenvolupen en l'establiment industrial.
- b) Els locals o espais on estiguin instal·lats els equips centrals o els quadres de control dels sistemes de protecció contra incendis.

Les condicions que complirà la instal·lació dels sistemes d'enllumenat d'emergència són les següents:

- a) Serà fixa, estarà proveïda de font pròpia d'energia i entrarà automàticament en funcionament al produir-se una fallada del 70 per cent de la seva tensió nominal de servei.
- b) Ha de mantenir les condicions de servei durant una hora, com a mínim, des del moment en què es produeixi la fallada.
- c) Proporcionarà una luminància d' 1 lx, com a mínim, en el nivell del sòl en els recorreguts d'evacuació.
- d) La il·luminació serà, com a mínim, de 5 lx en els espais definits a l'apartat anterior, és a dir, l'apartat on s'expliquen els llocs que comptaran amb una il·luminació d'emergència.
- e) La uniformitat de la il·luminació proporcionada en els diferents punts de cada zona serà tal que el quocient entre la il·luminació màxima i la mínima sigui menor que 40.
- f) Els nivells d'il·luminació establerts s'han d'obtenir considerant nul el factor de reflexió de parets i sostres i contemplant un factor de manteniment que compregui la reducció del rendiment lluminós a causa de l'envelliment de les làmpades i la brutícia de les lluminàries.

Així doncs, en el cas de la present nau industrial, per tenir una ocupació més gran de 10 persones però amb un risc baix, no caldria il·luminar els recorreguts d'evacuació. Tot i així, encara que per normativa no sigui necessari, sí que es convenient fer-ho i, per tant, s'il·luminarà el recorregut d'evacuació. Així doncs, la instal·lació de lluminàries d'emergència a les zones de treball i a les zones de procés on la il·luminació serà de 5 lux complint amb els coeficients d'uniformitat establerts.

D'aquesta manera, s'instal·laran un total de 52 lluminàries d'emergència. A la taula següent s'indica la seva distribució per cada zona de la nau industrial:

**Taula 4.19.- Luminàries d'emergència a cada zona.**

ZONA	ENLLUMENAT D'EMERGÈNCIA
ZONA PLANTA BAIXA. Magatzem de dia.	13 ut
ZONA PLANTA BAIXA. Tallers i Sales adjacents magatzem	25 ut
ZONA PLANTA ALTELL 1	9 ut
ZONA PLANTA ALTELL 2	5 ut

Notes:

- Les lluminàries d'emergència estaran proveïdes de font pròpia d'energia i entraran automàticament en funcionament al produir-se una fallada del 70 per cent de la seva tensió nominal de servei.
- Han de mantenir les condicions de servei durant 1 hora, com a mínim, des del moment en què es produeixi la fallada.

Cal destacar que al capítol 4, sistema d'enllumenat, es defineixen les lluminàries d'emergència que han estat escollides, i als plànols del present projecte es mostra la seva ubicació exacta.

## 5. Capítol 5: Instal·lació de ventilació i climatització

En aquest capítol s'explicaran i descriuran els requisits mínims que s'han de satisfer i les condicions que ha de complir la instal·lació de ventilació i climatització del present projecte per tal de complir amb la normativa vigent i per assolir les condicions confort necessàries.

### 5.1. Objecte i àmbit d'aplicació

Per tal de complir amb la normativa i dimensionar correctament la instal·lació de ventilació i climatització de l'establiment industrial del present projecte, se seguirà el que hi ha establert al *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE)* aprovat pel *Reial Decret 238/2013* [12].

Simultàniament amb el *RITE* [12], també s'haurà de complir amb el que hi ha establert al *CTE*, el qual determina les característiques que han de tenir els nous edificis o rehabilitacions importants d'edificis ja existents i amb el *Reial Decret 486/1997* [9], en el qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.

### 5.2. Aspectes generals

#### 5.2.1. Instal·lació tèrmica

A efectes del *RITE* [12], una instal·lació tèrmica és aquella instal·lació fixa de calefacció, refrigeració, ventilació i de producció d'Aigua Calenta Sanitària (ACS) destinada a satisfer la demanda de benestar tèrmic i higiènic de les persones.

#### 5.2.2. Tipus d'instal·lació tèrmica

Segons el *RITE*, les instal·lacions es poden classificar en tres tipus diferents:

- a) Les que no requereixen autorització administrativa

Són les instal·lacions amb les que no es necessari presentar davant l'òrgan competent de la Comunitat Autònoma cap tipus de documentació referida a la instal·lació tèrmica. S'inclouen en aquest grup les instal·lacions que presenten les següents característiques:

- Instal·lacions de menys de 5 kW de potència tèrmica tant en règim de calor com de fred.
- Instal·lacions d'escalfament instantani o per acumulació d'Aigua Calenta Sanitària (ACS) amb una potència tèrmica menor o igual a 70 kW.

- Instal·lacions d'energia solar amb un únic element.

b) Les instal·lacions entre 5 i 70 kW

Aquestes instal·lacions poden ser dissenyades i calculades per instal·ladors autoritzats i realitzades per ells. S'ha d'entregar davant l'òrgan competent de la Comunitat Autònoma la documentació de la instal·lació tèrmica, és a dir, una memòria tècnica firmada per l'instal·lador autoritzat.

c) Les instal·lacions de més de 70 kW

Aquestes instal·lacions són calculades i dirigides per un enginyer i realitzades segons les seves instruccions per un instal·lador autoritzat. S'ha d'entregar el projecte degudament visat pel Col·legi Professional on estigui inscrit l'enginyer i un certificat final d'obra on firmaran tant l'enginyer com l'instal·lador.

## 5.3. Ventilació

En aquest apartat del present capítol es comprovarà si és suficient la ventilació natural de la nau industrial o bé haurà de ser ventilació forçada amb la utilització dels aparells pertinents.

### 5.3.1. Anàlisi de la ventilació natural

Per tal de realitzar l'anàlisi de la ventilació natural de l'establiment industrial s'ha dut a terme un full de càlcul amb el programa EXCEL amb la qual comprovarem si la situació actual compleix o, tal i com s'ha dit anteriorment, s'han d'utilitzar aparells pertinents per la ventilació forçada.

Cal destacar que l'anàlisi corresponent s'ha fet per cada una de les sales o locals de l'establiment industrial d'acord amb la normativa vigent. Tot i així, cal mencionar que, tal i com s'explicarà més endavant, pels sanitaris de la nau industrial, tant els que hi ha a l'altell 1 com a la planta baixa, s'utilitzaran extractors forçats que garanteixen com a mínim disposar de 30 m<sup>3</sup>/h.

L'anàlisi s'ha realitzat mitjançant dos mètodes diferents. En primer lloc, s'ha utilitzat el mètode clàssic per tal de donar compliment a la taula DIN 1946. A continuació, s'ha utilitzat un segon mètode basat amb el que sol·licita el RITE [12] i el RD 486/1997 [9], en el qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.



### 5.3.1.1. Mètode 1: Compliment segons Taula DIN 1946

Per tal de conèixer el nombre de renovacions necessàries (o cabals d'aportació d'aire exterior) cal conèixer l'ús al qual es destinarà l'edifici. En funció d'aquest ús, la Taula DIN 1946 estableix el nombre de renovacions/hora. Cal destacar que aquest mètode no és normatiu actualment (a diferència del mètode 2 que s'explica al següent apartat), però estableix i defineix d'una manera clara un primer nivell de compliment.

Així doncs, d'acord amb la taula assimilarem la nostra activitat a un Taller de Muntatge. Per aquest tipus d'activitat, la taula indica un nombre entre 4 i 8 Renovacions d'aire per hora. Per tant, s'establirà com a valor per al càlcul 6 renovacions/hora.

A partir de les premisses anteriors s'ha realitzat un full de càlcul que dona el resultat que es recull a la següent taula:

**Taula 5.1.- Resultats obtinguts amb el mètode de la taula DIN 1946**

N	NOM ESPAI	ESPAI			RENOVACIONS/ HORA	CABAL NECESSARI = VOLUM D'AIRE A EXTREURE	VEL. MITJA AIRE EXT.	SUPERFÍCIE MÍNIMA OBERTURES PER GARANTIR VENTILACIÓ NATURAL	OBERTURES NAU O RECINTE	VENTILACIÓ CREUADA	SITUACIÓ VENTILACIÓ NATURAL	EXTRACTOR		
		AMPLE	LLARG	ALT									VOLUM	
		m	m	m									m3	
										Incorporant un buit sostre 60x60 per afavorir circulació aire				
1	NAU PB ENTRADA	9,80	21,00	8,40	1.728,72	6,00	10.372,32	2,88	0,50	5,76	27,10	SI	COMPLEX	
2	SALA OFFICE	3,22	4,20	2,50	33,76	6,00	202,55	0,06	0,20	0,28	2,04	SI	COMPLEX	
3	SALA EINES	3,22	2,69	2,50	21,65	6,00	129,88	0,04	0,20	0,18	2,04	SI	COMPLEX	
4	SALA MANTENIMENT	3,22	3,10	2,50	24,96	6,00	149,73	0,04	0,20	0,21	2,04	SI	COMPLEX	
5	SALA SOTA ESCALA	3,86	3,25	2,50	31,36	6,00	188,18	0,05	0,20	0,26	2,04	SI	COMPLEX	
6	SALA ESPECTRÒMETRE	3,86	4,00	2,50	38,60	6,00	231,60	0,06	0,20	0,32	2,04	SI	COMPLEX	
7	SALA TÈCNICA DAVANT	9,8	7,00	4,64	318,30	6,00	1.909,82	0,53	0,20	2,65	7,35	SI	COMPLEX	
8	SALA TÈCNICA DARRERA	9,8	7,00	4,64	318,30	6,00	1.909,82	0,53	0,20	2,65	6,95	SI	COMPLEX	
9	SALA VESTIDOR	2,78	2,78	2,50	19,32	6,00	115,93	0,03	0,20	0,16	1,68	SI	COMPLEX	
10	ALTELL 1													
10.1	SALA OFICINA TÈCNICA	9,8	10,85	2,50	265,83	6,00	1.594,95	0,44	0,20	2,22	3,36	SI	COMPLEX	
10.2	DESPATX DIRECCIÓ 1	3,1	3,50	2,50	27,13	6,00	162,75	0,05	0,20	0,23	1,68	SI	COMPLEX	
10.3	DESPATX DIRECCIÓ 2	3,1	3,50	2,50	27,13	6,00	162,75	0,05	0,20	0,23	1,68	SI	COMPLEX	
10.4	SALA TÈCNICA	8,2	3,15	2,50	64,58	6,00	387,45	0,11	0,20	0,54	1,81	SI	COMPLEX	
11	ALTELL 2													
11.1	SALA OFICINA ADMIN.	7,25	5,76	2,50	104,40	6,00	626,40	0,17	0,20	0,87	5,76	SI	COMPLEX	
11.2	SALA REUNIONS	3,54	4,30	2,50	38,06	6,00	228,33	0,06	0,20	0,32	1,68	SI	COMPLEX	
11.3	DESPATX	3,66	4,30	2,50	39,35	6,00	236,07	0,07	0,20	0,33	1,68	SI	COMPLEX	
Els lavabos disposaran d'extractors forcats que garantiran com a mínim disposar de 30m3/h														

Els lavabos disposaran d'extractors forçats que garantiran com a mínim disposar de 30m³/h

Tal i com es pot comprovar segons el càlcul de la Taula DIN 1946, amb la ventilació natural de l'establiment industrial ja es compleixen en tots casos les condicions necessàries ja que les superfícies de les sales considerades són superiors a les superfícies mínimes de les obertures que garanteixen la ventilació natural d'acord amb el volum del recinte, les 6 renovacions/hora establertes i les velocitats de l'aire considerades.

### 5.3.1.2. Mètode 2: Compliment segons RITE i RD 486/1997

Aquest mètode, al RITE està anomenat com a mètode indirecte de cabal d'aire exterior per persona. Així doncs, a la Taula 1.4.2.1. del RITE defineix en funció del ús del local, la categoria de la qualitat de l'aire interior (conegut com a IDA) i els cabals d'aire exterior per persona en  $\text{dm}^3/\text{s}$  (=l/s). Cal destacar que a partir de els valors en  $\text{dm}^3/\text{h}$  de la taula del RITE s'ha realitzat la conversió a les unitats  $\text{m}^3/\text{h}$ . [12]

**Taula 5.2.- Taula on es mostren els cabals mínims d'aire per persona en funció de la qualitat d'aire interior (IDA) (Font: Taula 1.4.2.1 del RITE) [12].**

N.	QUALITAT AIRE	DESCRIPCIÓ	$\text{dm}^3/\text{s}$	$\text{m}^3/\text{h}$
1	IDA 1	<b>Aire d'òptima qualitat:</b> hospitals, clíniques, laboratoris i guarderies	20	72
2	IDA 2	<b>Aire de bona qualitat:</b> oficines, residències (locals comuns d'hoteles i similars, residències d'avis i d'estudiants), sales de lectura, museus, sales de tribunals, aules d'ensenyament i assimilables i piscines	12,5	45
3	IDA 3	<b>Aire de qualitat mitja:</b> edificis comercials, cinemes, teatres, salons d'actes, habitacions d'hoteles i similars, restaurants, cafeteries, bars, sales de festa, gimnasos, locals per a l'esport, (excepte piscines) i sales d'ordinadors	8	28,8
4	IDA 4	<b>Aire de qualitat baixa:</b> només s'aplica en casos especials	5	18

A partir de la taula anterior s'escollirà un IDA 2 per les oficines i un IDA 3 per a la resta de la nau.

A continuació, s'analitzarà el RD 486/1997 de disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball, ja que allà s'estableixen els nivells mínims de renovació de l'aire dels locals en funció de la categoria del treball. A partir dels valors explicats al RD 486/1997. Els requisits mínims de ventilació es recullen a la taula següent amb  $\text{m}^3/\text{h}$  per persona [9].

**Taula 5.3.- Taula on es recullen els valors de renovació mínima de l'aire per persona dels locals segons el tipus de treball (Font: RD 486/1997) [9].**

N.	CATEGORIA TREBALLS	$\text{m}^3/\text{h}$
1	Treballs sedentaris	30
2	Casos restants	50

A partir de la taula anterior s'escollirà el valor corresponent a treballs sedentaris per les oficines i el de casos restants per la resta de la nau.

Per tal de realitzar el càlcul, s'aplicarà la situació més desfavorable de les plantejades a les taules anteriors. Així doncs, s'escollirà en tots els casos  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ .

A partir de les premisses anteriors s'ha realitzat un full de càlcul que dona el resultat que es recull a la següent taula:

**Taula 5.4.- Resultats obtinguts amb el mètode segons RITE i RD 486/1997.**

N	NOM ESPAI	ESPAI		SUPERFÍCIE	PERSONES	m3/h Persona s/IDA o RD486	CABAL NECESSARI = VOLUM D'AIRE A EXTREURE		VELOCITAT MITJA AIRE	SUPERFÍCIE MÍNIMA OBERTURES PER GARANTIR VENTILACIÓ NATURAL	OBERTURES NAU O RECINTE	VENTILACIÓ CREUADA	SITUACIÓ
		AMPLE	LLARG				m3/h	m3/s					
		m	m										
1	NAU PB ENTRADA	9,80	21,00	205,80	14	50,00	700,00	0,19	0,5	0,39	27,10	SÍ	COMPLEX
2	SALA REUNIONS PB	3,25	3,50	11,38	6	50,00	300,00	0,08	0,2	0,42	2,04	SÍ	COMPLEX
3	SALA EINES	3,25	3,50	11,38	3	50,00	150,00	0,04	0,2	0,21	2,04	SÍ	COMPLEX
4	SALA MANTENIMENT	3,25	3,15	10,24	2	50,00	100,00	0,03	0,2	0,14	2,04	SÍ	COMPLEX
5	SALA SOTA ESCALA	3,84	3,05	11,71	2	50,00	100,00	0,03	0,2	0,14	2,04	SÍ	COMPLEX
6	SALA ESPECTRÒMETRE	3,84	3,95	15,17	3	50,00	150,00	0,04	0,2	0,21	2,04	SÍ	COMPLEX
7	TALLER SALA DAVANT	9,8	7,00	68,60	5	50,00	250,00	0,07	0,2	0,35	7,35	SÍ	COMPLEX
8	TALLER SALA DARRERA	9,8	7,00	68,60	5	50,00	250,00	0,07	0,2	0,35	6,95	SÍ	COMPLEX
9	SALA VESTIDOR	2,78	2,78	7,73	6	50,00	300,00	0,08	0,2	0,42	1,68	SÍ	COMPLEX
10	ALTELL 1												
10.1	SALA OFICINA TÈCNICA	9,8	10,85	106,33	8	50,00	400,00	0,11	0,2	0,56	3,36	SÍ	COMPLEX
10.2	DESPATX DIRECCIÓ 1	3,1	3,50	10,85	1	50,00	50,00	0,01	0,2	0,07	1,68	SÍ	COMPLEX
10.3	DESPATX DIRECCIÓ 2	3,1	3,50	10,85	1	50,00	50,00	0,01	0,2	0,07	1,68	SÍ	COMPLEX
10.4	SALA TÈCNICA	8,2	3,15	25,83	3	50,00	150,00	0,04	0,2	0,21	1,81	SÍ	COMPLEX
11	ALTELL 2												
11.1	SALA OFICINA ADMIN.	7,25	5,76	36,26	3	50,00	150,00	0,04	0,2	0,21	5,76	Si	COMPLEX
11.2	SALA REUNIONS	3,54	4,30	15,22	4	50,00	200,00	0,06	0,2	0,28	1,68	Si	COMPLEX
11.3	DESPATX	3,66	4,3	15,74	1	50,00	50,00	0,01	0,2	0,07	1,68	Si	COMPLEX
Els lavabos disposaran d'extractors forcats que garantiran com a mínim disposar de 30m3/h													

Els lavabos disposaran d'extractors forçats que garantiran com a mínim disposar de 30m<sup>3</sup>/h

Si s'analitzen els resultats es veu que compleix en tots els casos utilitzant el mètode normatiu a partir del RITE [12] i el RD 486/1997 [9].

Per tant, es pot afirmar que la ventilació natural sota les condicions establertes es garanteix a les dependències de la nau industrial. A més, cal pensar que la nau té obertures de portes de manera constant al llarg de l'horari laboral de l'activitat.

### 5.3.2. Ventilació forçada

Tal com ja s'ha comentat anteriorment, amb els mètodes anteriors es comprova que la ventilació natural de la nau industrial ja és suficient. Els extractors que s'instal·laran a les sales de la nau industrial que requereixen una ventilació forçada seran extractors de bany model EDM-80-N de S&P [40] que, com ja s'ha esmentat, garantiran com a mínim disposar de 30 m<sup>3</sup>/h. A totes les sales s'instal·laran encastats al fals sostre. Les sales que requereixen una ventilació forçada són les següents:

- Lavabos de la planta baixa a les dues sales on hi ha els sanitaris i la sala on hi ha la dutxa.
- Vestidor de la planta baixa.
- Lavabos altell 1 a la sala on hi ha el sanitari.

Els extractors es connectaran a conductes helicoidals de 100 mm de diàmetre i 0,5 mm de gruix que permetran una correcta ventilació d'aquests espais ja que connectaran les sales amb l'exterior. Cal destacar que al final del tub helicoidal s'hi col·locarà una xemeneia amb un barret per evitar l'entrada d'aigua de pluja.

## 5.4. Climatització

En aquest apartat del present capítol es dimensionarà la instal·lació de climatització de la nau industrial per tal de complir amb la normativa vigent i per assolir els nivells de confort desitjats.

### 5.4.1. Locals a tractar

Els locals o sales de la nau industrial que es consideraran per l'estudi de la climatització són els que tenen establert un ús d'oficines. Així doncs, els locals a tractar seran els que estan situats als dos altells de l'establiment industrial. Cal destacar que queden exclosos de l'estudi els lavabos de l'altell 1. Els locals en els quals es realitzarà l'estudi estan resumits a la següent taula amb els nivells de tractament tèrmic corresponents que es realitzaran:

**Taula 5.5.- Resum locals a tractar amb nivell tractament tèrmic corresponent.**

N.	LOCAL	TRACTAMENT TÈRMIC	HUMITAT	TEMPERATURA
1	Altell 1			
1.1	Oficina tècnica	Fred i calor	Sí	Sí
1.2	Despatx direcció tècnica	Fred i calor	Sí	Sí
1.3	Despatx direcció de qualitat	Fred i calor	Sí	Sí
1.4	Sala anàlisi i assajos tècnics	Fred i calor	Sí	Sí
2	Altell 2			
2.1	Oficina administrativa	Fred i calor	Sí	Sí
2.2	Despatx	Fred i calor	Sí	Sí
2.3	Sala reunions	Fred i calor	Sí	Sí

### 5.4.2. Paràmetres de càlcul

Per al càlcul del sistema de climatització especificat i de cara a satisfer les condicions d'higiene i confort segons les especificacions de la IT1 del RITE [12], s'han pres els paràmetres que s'expliquen a continuació.

#### 5.4.2.1. Temperatures i humitats relatives exteriors

Les temperatures i humitats relatives exteriors a l'estiu i a l'hivern han estat obtingudes de la taula de dades meteorològiques de l'annex 2 del llibre *Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado* [27]. Allà s'estableix que la província de Barcelona pertany a la zona climàtica C2. Cal destacar que la zona climàtica a la qual pertany cada localitat es pot obtenir a partir del *DB HE 1* [23], al seu apèndix B Zones climàtiques. Les dades obtingudes de la taula esmentada anteriorment es recullen a la taula següent.

**Taula 5.6.- Temperatures i HR exteriors a Barcelona** (Font: *Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado*) [27].

ESTACIÓ	TEMPERATURA [°C]	HUMITAT RELATIVA [%]
Estiu	30 (màxima)	72
Hivern	2 (mínima)	73

#### 5.4.2.2. Temperatures i humitats relatives interiors

Les condicions interiors de disseny per la zona ocupada estan establertes al primer apartat de la IT 1.1.4.1.2 del *RITE*. Així doncs, les condicions interiors de disseny són les següents:

**Taula 5.7.- Condicions interiors de disseny segons l'estació de l'any** (Font: *Taula 1.4.1.1 RITE*) [12].

ESTACIÓ	TEMPERATURA OPERATIVA [°C]	HUMITAT RELATIVA [%]
Estiu	23 a 25	45 a 60
Hivern	21 a 23	40 a 50

Per totes les zones on es farà l'estudi de la climatització, es mantindrà la temperatura interior a 21 °C a l'hivern i a 25 °C a l'estiu ja que són les temperatures recomanades per tal d'aconseguir un estalvi energètic òptim.

### 5.4.3. Mètode de càlcul simplificat

#### 5.4.3.1. Calefacció

Per tal de dur a terme els càlculs que ens permetin obtenir les càrregues tèrmiques per poder dimensionar la instal·lació de calefacció correctament, se seguiran els passos marcats al llibre anomenat *Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado* [27].

Així doncs, per realitzar el càlcul de la calefacció d'un local, és necessari saber la potència de l'equip que s'haurà d'instal·lar, per la qual cosa s'han de conèixer les següents dades:

- a) Les dimensions del local (llargada, amplada i alçada).
- b) El tipus de tancaments que té (parets, terra, sostre, finestres, etc.) i la seva orientació.
- c) Les temperatures interiors i exteriors que utilitzarem pel càlcul.
- d) La quantitat d'aire de ventilació (aire de renovació necessari per eliminar l'aire viciat).
- e) El número de persones i l'activitat que aquestes realitzin.
- f) La potència utilitzada a la il·luminació i altres possibles focus de calor interns existents.

Per obtenir la potència tèrmica necessària s'hauran de calcular un seguit de paràmetres. Aquests paràmetres són les càrregues tèrmiques corresponents a les pèrdues a l'exterior, les pèrdues cap a locals no calefactats, els guanys de calor, la renovació d'aire i, per últim, suplement considerats.

### 1. Pèrdues a l'exterior

Les pèrdues a l'exterior es calcularan a partir de la transmitància  $U$  dels elements del local que tinguin contacte amb l'exterior. Es poden produir pèrdues a l'exterior a partir de les parets, les finestres, el terra, el sostre i portes. L'expressió que s'utilitzarà per calcular-les és la següent:

$$Q_{ext} = U \cdot S \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.1)}$$

On:

- $Q_{ext}$ : Pèrdues a l'exterior [W].
- $U$ : valor de transmitància de l'element considerat [ $W/m^2$ ].
- $S$ : Superfície de l'element considerat [ $m^2$ ].
- $\Delta T$ : Increment entre la temperatura interior del local i l' exterior [ $^{\circ}C$ ].

### 2. Pèrdues cap a locals no calefactats

Les pèrdues cap a locals no calefactats es calculen de la mateixa manera que les pèrdues a l'exterior. La diferència entre ambdues serà l'increment de temperatura. En aquest cas aquest increment consisteix en la diferència entre la temperatura interior del local considerat i la temperatura del local que no estigui calefactat. La temperatura de locals no calefactats considerada per al càlcul és de  $18^{\circ}C$ .

### 3. Guanys de calor

Els guanys de calor es produiran a partir de les fonts internes de calor permanents que es dividiran en tres apartats: persones, lluminàries i maquinària. Les expressions per tal de calcular les fonts total de calor internes de cada apartat s'expliquen a continuació.

En primer lloc, pel que fa a les persones es considerarà que realitzen una activitat sedentària i, per tant, generen 90 W. Aquest valor s'haurà de multiplicar pel nombre de persones que hi hagi al local.

En segon lloc, pel que a les lluminàries (totes són de tecnologia Led), la potència tèrmica d'aquestes s'obté multiplicant la potència elèctrica per un coeficient de 1,12. En aquest cas, també s'haurà de multiplicar el valor resultant pel nombre de lluminàries que hi hagi al local.

Per últim, les màquines o aparells elèctrics considerats als locals on es farà l'estudi són ordinadors. D'aquesta manera, es considerarà que cada ordinador genera 300 W de potència tèrmica i, igual que en els casos anteriors, s'haurà de multiplicar aquest valor pel nombre total d'ordinadors del local.

Tot i així, en molts casos aquestes aportacions de calor internes resulten de poca quantitat respecte les pèrdues de calor del local. Així doncs, el valor lliurat per considerar els guanys o menysprear-los serà el 20% de la suma dels dos valors resultants de les pèrdues a l'exterior i cap a locals no calefactats.

En el cas que les fonts internes de calor totals superin aquest valor del 20% es restaran del balanç tèrmic del local.

#### 4. Renovació d'aire

També s'haurà de tenir en compte la renovació d'aire. Tal com s'ha explicat a l'apartat de ventilació del present projecte, es consideraran 6 renovacions per hora. Així doncs, el valor associat a les pèrdues per renovació d'aire es calcula a partir de la següent expressió:

$$Q_{vent} = 0,34 \cdot R_{nv./h} \cdot V \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.2)}$$

On:

- $Q_{vent}$ : Potència de ventilació [W].
- 0,34: Coeficient obtingut com a resultat de tenir en compte la densitat de l'aire i el seu calor específic.
- $R_{nv./h}$ : Nombre de renovacions per hora considerades.
- $V$ : Volum del local.
- $\Delta T$ : Increment entre la temperatura exterior i la interior del local [°C].

#### 5. Suplements

Al llibre *Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado* [27], s'explica que és habitual aplicar uns suplements generalment d'un 10% sobre la potència calculada per cada un dels conceptes que es defineixen a continuació:

- Per orientació nord. Qualsevol façana que tingui fins a 60º de diferència respecte el nord geogràfic. Com a conseqüència, les façanes que tinguin un 45º de desviació respecte el nord, és a dir, que estiguin orientades al NE o al NO també s'inclouran com a façanes amb orientació nord. Aquest suplement es justifica perquè les façanes amb orientació al nord estan més fredes.
- Per intermitència de calefacció. Aquest suplement es justifica perquè si s'apaga la calefacció (per la nit o bé en algun moment del dia durant l'horari laboral) es necessita més potència per tal que ràpidament s'assoleixin les condicions interiors.

#### 5.4.3.2. Aire condicionat

Per tal de calcular les càrregues tèrmiques necessàries per dimensionar correctament la instal·lació d'aire condicionat, se seguirà el llibre *ABC del Aire Acondicionado* [28], ja que les característiques del present projecte no s'ajusten als requisits exigits que han de complir els locals per tal de dimensionar la instal·lació emprant el mètode de càlcul simplificat que s'explica al llibre *Guía rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado* [27].

Així doncs, per obtenir la potència tèrmica de refrigeració necessària, s'hauran de calcular un seguit de paràmetres. En aquest cas, a diferència del càlcul de calefacció, hi ha càrregues tèrmiques sensibles (les que són causades per la variació de temperatura) i les càrregues tèrmiques latents (les que són causades per la variació d'humitat).

En el grup de les càrregues tèrmiques sensibles, s'inclouen la calor deguda a la radiació a través de finestres, claraboies o lluernes, la calor deguda a la radiació i transmissió a través de parets i sostre, la calor deguda a la transmissió a través de parets i sostres no exteriors, la calor deguda a l'aire d'infiltracions i la calor sensible generada per persones, maquinària i lluminàries que ocupen el local.

En el grup de les càrregues tèrmiques latents, s'inclouen la calor latent deguda a l'aire d'infiltracions, la calor latent generada per les persones que ocupen el local i la calor latent que pugui ser produïda per qualsevol altra causa.

A més, per tal d'obtenir la potència de refrigeració necessària, s'hauran de calcular les càrregues efectives tal i com s'explica més endavant en aquest capítol de la memòria.

A continuació, s'exposa l'ordre seguit pel càlcul dels diferents tipus de càrregues tèrmiques tant sensibles com latents que es durà a terme al full de càlcul creat amb el programa EXCEL.

##### 1. Càlcul de les càrregues tèrmiques sensibles



a) Calor deguda a la radiació a través de finestres, claraboies o lluerns

Aquest apartat té en compte l'energia que arriba al local que procedeix de la radiació solar que travessa elements transparents a la radiació (vidres de finestres, claraboies, etc.). Cal tenir en compte que s'ha de saber l'orientació de la finestra i s'ha d'elegir una hora solar de càlcul i un dia determinat que seran els mateixos pel càlcul de tota la càrrega tèrmica del projecte. L'hora solar elegida serà les 15 hores i el dia el 23 de juliol.

Així doncs, la calor deguda a la radiació és sensible (s'anomenarà  $Q_{SR}$ ) i es calcularà mitjançant la següent expressió:

$$Q_{SR} = S \cdot R \cdot f \text{ (Eq. 6.3)}$$

On:

- S: superfície de la finestra [ $m^2$ ].
- f: producte de tots els factors de correcció considerats.
- R: radiació solar unitària considerada [ $W/m^2$ ].

b) Calor deguda a la radiació i transmissió a través de parets i sostre

La calor que prové del Sol escalfa les parets exteriors de, en aquest cas, la nau industrial, i després reverteix a l'interior. Així doncs, la calor d'aquest apartat s'anomenarà  $Q_{STR}$  i es calcularà de la següent manera:

$$Q_{STR} = K \cdot S \cdot DTE \text{ (Eq. 6.4)}$$

On:

- K: coeficient de transmissió de tancament considerat (una paret, sostre o terra) [ $W/m^2K$ ].
- S: superfície de la paret, sostre o terra considerat [ $m^2$ ].
- DTE: consisteix en la *diferència de temperatures equivalent* i es tracta d'un salt tèrmic corregit a tenir en compte l'efecte de la radiació. El DTE de les parets s'obtindrà a partir de la taula 7 (annex 3) del llibre i coneixent l'orientació de la paret, el producte de la densitat pel gruix (DE) de la paret i l'hora solar del projecte. (Al projecte no es consideren sostres exteriors per la qual cosa només caldrà obtenir DTE de parets).

c) Calor deguda a la transmissió a través de parets i sostres no exteriors

Les parets i sostres que no siguin exteriors s'inclouran dins d'aquest apartat. Cal destacar que també s'inclouran les superfícies vidriades. Així doncs, en aquest apartat s'inclouran:

- Parets interiors.
- Terres (sempre són interiors).
- Sostres interiors.
- Superfícies vidriades i claraboies

Cal mencionar que les portes no es consideraran i s'inclouran a la superfície de la paret en qüestió. Aquesta calor, s'anomenarà  $Q_{ST}$  i es calcularà de la següent manera:

$$Q_{ST} = K \cdot S \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.5)}$$

On:

- K: coeficient de transmissió de tancament considerat (una paret, sostre o terra) [W/m²K].
- S: superfície de la paret, sostre o terra considerat [m²].
- $\Delta T$ : salt tèrmic entre locals no refrigerats i el local on s'està realitzant el càlcul (ja que si és un salt tèrmic entre dos locals refrigerats no es contempla) [°C].

d) Calor deguda a l'aire d'infiltracions

El local que es condiona ha d'estar exempt d'entrades d'aire calent que provenguin de l'exterior. Tot i així, quan s'obren les portes o finestres és inevitable que l'aire exterior entri al local. Per tant, la calor degut a l'aire d'infiltracions s'obtindrà a partir de l'expressió següent:

$$Q_{SI} = 0,34 \cdot V_i \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.6)}$$

On:

- $V_i$ : volum d'infiltració d'aire [m³/h].
- $\Delta T$ : salt tèrmic entre locals no refrigerats i el local on s'està realitzant el càlcul (ja que si és un salt tèrmic entre dos locals refrigerats no es contempla) [°C].

e) Calor sensible generada per persones, maquinària i lluminàries que ocupen el local

En primer lloc, les persones que ocupen un local generen calor sensible i calor latent. En aquest apartat es considerarà únicament el calor sensible. Cal destacar, que quan es parla de persones que ocupen el

local és el número mig de persones que l'ocupen. La calor sensible generada per persones es calcula a partir de la següent fórmula:

$$Q_{SP} = n \cdot Os \text{ (Eq. 6.7)}$$

On:

- $n$ : número mig de persones considerades que ocupen el local.
- $Os$ : calor sensible emesa per les persones en W extret de la taula 11 (annex 3) del llibre a partir de la temperatura del local i el tipus d'activitat que realitzi la gent del local.

En segon lloc, la il·luminació també produeix calor i aquest s'ha de tenir en compte pel càlcul de les càrregues tèrmiques del local. Així doncs, com que la il·luminació és de tecnologia LED, es calcularà de la següent manera:

$$Q_{SIL} = n \cdot I \text{ (Eq. 6.8)}$$

On:

- $n$ : número de lluminàries del local.
- $I$ : potència elèctrica de la lluminària [W].

Per últim, pel que fa a les màquines, en la major part de climatitzacions d'oficines o locals similars aquestes es menyspreen si no presenten una potència important que pugui influir en el resultat. Com que als locals on es realitzen els càlculs només hi ha ordinadors, es menysprearan les aportacions de calor que aquests puguin dur a terme ja que la seva potència no és molt elevada.

## 2. Càlcul de les càrregues tèrmiques latents

### a) Calor latent deguda a l'aire d'infiltracions

Amb el mateix cabal d'infiltracions,  $V_i$ , utilitzat a l'apartat d'aire d'infiltracions de la calor sensible, s'aplicarà la fórmula següent:

$$Q_{LI} = 0,83 \cdot V_i \cdot \Delta W \text{ (Eq. 6.9)}$$

On:

- $V_i$ : volum d'infiltració d'aire [ $\text{m}^3/\text{h}$ ].

- $\Delta W$ : diferència de les humitats absolutes de l'aire exterior del local i de l'interior del local. (S'obtenen del diagrama psicomètric)  $[g_w/kg_a]$ .

b) Calor latent generada per les persones que ocupen el local

Aquest apartat és molt similar a l'apartat e) de les càrregues tèrmiques sensibles. En aquest cas, la calor latent generada per les persones que ocupen el local es calcularà de la següent manera:

$$Q_{LP} = n \cdot O_L \text{ (Eq. 6.10)}$$

On:

- $n$ : número mig de persones considerades que ocupen el local.
- $O_L$ : calor latent emesa per les persones en  $W$  extret de la taula 11 (annex 3) del llibre a partir de la temperatura del local i el tipus d'activitat que realitzi la gent del local.

c) Calor latent produïda per qualsevol altra causa

En el càlcul de les càrregues tèrmiques latents no es contempla cap altra causa que pugui generar calor latent.

### 3. Càrrega tèrmica del local

Un cop calculades cada una de les càrregues tèrmiques sensibles i latents dels locals, la càrrega sensible total serà:

$$Q_S = Q_{SR} + Q_{STR} + Q_{ST} + Q_{SI} + Q_{SP} + Q_{SIL} \text{ (Eq. 6.11)}$$

La càrrega latent total serà:

$$Q_L = Q_{LI} + Q_{LP} \text{ (Eq. 6.12)}$$

Així doncs, la càrrega tèrmica del local, serà la suma de la càrrega total sensible i la latent:

$$Q = Q_S + Q_L \text{ (Eq. 6.13)}$$

#### 4. Càlcul de la càrrega efectiva

Pel càlcul de la potència de refrigeració dels aparells que s'hauran d'instal·lar també s'haurà d'efectuar el càlcul de la càrrega efectiva sensible i latent. La càrrega efectiva sensible parcial s'obté de la manera següent:

$$Q_{SEP} = Q_S + 0,34 \cdot f \cdot Vv \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.14)}$$

On:

- $Q_S$ : Càrrega sensible total [W].
- $Vv$ : cabal volumètric de ventilació obtingut de la taula 3 (annex 3) [m<sup>3</sup>/h].
- $\Delta T$ : salt tèrmic [°C].
- $f$ : coeficient de la bateria de refrigeració. Es prendrà un valor de 0,2 que és el d'una bateria estàndard.

La càrrega latent efectiva parcial s'obté:

$$Q_{LEP} = Q_L + 0,83 \cdot f \cdot Vv \cdot \Delta W \text{ (Eq. 6.15)}$$

On:

- $Q_S$ : Càrrega sensible total [W].
- $Vv$ : cabal volumètric de ventilació obtingut de la taula 3 (annex 3) [m<sup>3</sup>/h].
- $\Delta W$ : diferència humitats absolutes (exterior menys interior) [g<sub>w</sub>/kg<sub>a</sub>].
- $f$ : coeficient de la bateria de refrigeració. Es prendrà un valor de 0,2 que és el d'una bateria estàndard.

Així doncs, les càrregues efectives totals ( $Q_{SE}$  i  $Q_{LE}$ ) seran les càrregues parcials augmentades amb un tant per cent de seguretat. Cal destacar que, normalment, es pren un valor entre el 5% i 10%.

$$Q_{SE} = Q_{SEP} + 0,8 \cdot Q_{SEP} \text{ (Eq. 6.16)}$$

$$Q_{LE} = Q_{LEP} + 0,8 \cdot Q_{LEP} \text{ (Eq. 6.17)}$$

Per últim, la suma de  $Q_{SE}$  i  $Q_{LE}$  serà la càrrega efectiva total  $Q_E$ :

$$Q_E = Q_{SE} + Q_{LE} \text{ (Eq. 6.18)}$$

## 5. Càlcul de la càrrega total o càrrega de refrigeració

Es correspon amb la potència de l'equip de refrigeració que serà necessària per dur a terme el condicionament del local. Aquesta càrrega s'anomenarà  $Q_T$  i també tindrà una part sensible i una part latent que es calculen de la següent manera:

$$Q_{ST} = Q_{SE} + 0,34 \cdot (1 - f) \cdot Vv \cdot \Delta T \text{ (Eq. 6.19)}$$

$$Q_{LT} = Q_{LE} + 0,83 \cdot (1 - f) \cdot Vv \cdot \Delta W \text{ (Eq. 6.20)}$$

On totes les dades tenen el mateix significat de l'apartat anterior.

Així doncs, finalment, la càrrega total o càrrega de refrigeració es calcularà a partir de l'expressió següent:

$$Q_T = Q_{ST} + Q_{LT} \text{ (Eq. 6.21)}$$

### 5.4.4. Resultats

A la taula següent es mostren els resultats obtinguts a partir dels fulls de càlcul creats amb el programa EXCEL, tant per calefacció com per aire condicionat, per cada un dels locals pel qual s'ha fet l'estudi.

**Taula 5.8.-Potències tèrmiques de calefacció i aire condicionat.**

LOCAL	POTÈNCIA CALEFACCIÓ [kW]	POTÈNCIA REFRIGERACIÓ [kW]
Oficina administrativa	6,14	6,29
Despatx altell 2	3,03	3,23
Sala reunions	3,05	4,87
Oficina tècnica	12,24	12,51
Despatx 1 altell 1	1,47	1,55
Despatx 2 altell 1	1,61	1,58
Sala tècnica	4,42	4,30

### 5.4.5. Equips de calefacció i refrigeració escollits

El sistema de climatització escollit, serà un sistema VRV (volum de refrigerant variable). Aquest tipus de sistemes estan formats per un equip frigorífic amb bomba de calor reversible que proporciona refrigeració i calefacció. Així doncs, es tracta d'un sistema d'expansió directa basat en equips de tipus

multi-split col·locats a l'espai condicionat amb tots els elements necessaris per produir el refredament de l'aire.

Com ja s'ha explicat anteriorment, l'activitat estarà climatitzada en els espais vinculats a les oficines, és a dir, a les sales o locals situats als dos altells, excepte els lavabos de l'altell 1. La climatització es realitzarà mitjançant sistemes de bomba de calor amb les unitats condensadores i evaporadores corresponents. La seva potència frigorífica i calorífica garanteix el confort en les zones de treball indicades.

Cal destacar que les especificacions tècniques dels equips de calefacció i refrigeració escollits s'han analitzat i trobat a través de la pàgina web *Lodotec Online* [41] de Mitsubishi Electric. Aquesta pàgina web conté una gran base de dades amb documentació de tots els aparells disponibles actualment al mercat.

A la taula següent, es mostren els models dels equips de calefacció i refrigeració interiors escollits, la quantitat d'ells que s'instal·larà a cada un dels locals i les potències de calefacció i refrigeració de cada equip. Tots els models que s'han escollit són sistemes VRF de cabal variable *Cassette* de la sèrie PLFY-P VEM de 4 vies de la marca Mitsubishi Electric [41].

**Taula 5.9.- Equips de calefacció i refrigeració interiors escollits.**

LOCAL	MODEL MITSUBISHI ELECTRIC	UT.	POTÈNCIA CALEFACCIÓ [kW]	POTÈNCIA REFRIGERACIÓ [kW]
Oficina administrativa	PLFY-P32VBM-E	2	4,0	3,6
Despatx altell 2	PLFY-P32VBM-E	1	4,0	3,6
Sala reunions	PLFY-P50VBM-E	1	6,3	5,6
Oficina tècnica	PLFY-P32VBM-E	4	4,0	3,6
Despatx 1 altell 1	PLFY-P20VBM-E	1	2,5	2,2
Despatx 2 altell 1	PLFY-P20VBM-E	1	2,5	2,2
Sala tècnica	PLFY-P40VBM-E	1	5,0	4,5

Així doncs, si se sumen tots els valors de la potència de calefacció i frigorífica, s'obtingran les potències tèrmiques totals a instal·lar. A la taula següent es mostren les potències totals.

**Taula 5.10.- Potències de calefacció i de refrigeració totals.**

POTÈNCIA CALEFACCIÓ TOT [kW]	POTÈNCIA REFRIGERACIÓ TOT [kW]
44,3	39,7

D'aquesta manera, a partir de les potències totals de calefacció s'escollirà la bomba de calor que cobreixi les necessitats requerides. A la taula que hi ha a continuació es mostra la unitat condensadora del sistema de bomba de calor exterior escollida.

**Taula 5.11.- Unitat de bomba de calor exterior escollida.**

MODEL MITSUBISHI ELECTRIC	UT.	POTÈNCIA CALEFACCIÓ [kW]	POTÈNCIA REFRIGERACIÓ [kW]
PUHY-P350YNM-A	1	45	40

El model escollit és un bomba de calor d'un sistema VRF de cabal variable que pertany a la sèrie Y (YNM) de Mitsubishi Electric [41]. Aquesta sèrie de bombes de calor és molt versàtil i és capaç de funcionar en mode fred amb una temperatura exterior de 52 °C i en mode calor amb una temperatura que estigui per sota dels -5 °C. A més, incorpora importants innovacions que han permès assolir uns valors d'eficiència energètica més alts del mercat.

Cal destacar que la unitat condensadora estarà instal·lada, com ja s'ha esmentat anteriorment, a l'exterior i al mig de la paret lateral exterior de la nau. Els equips tindran els elements de subjecció i aïllaments pertinents necessaris per tal de garantir un bon funcionament i no provocar cap molèstia al veïnat. Els equips d'aire condicionat disposen de suports antivibratoris. Els desguassos de l'aigua dels condensats aniran conduïts de manera eficient per tal de garantir l'evacuació d'aquesta, connectant-se a la xarxa de sanejament més adequada.

A més, s'instal·larà un control remot a cada una de les sales dels dos altells, per la configuració de les unitats interiors des del comandament d'aquest control. Aquest control remot serà el model PAR-33MAA de Mitsubishi Electric [41].

Aquest tipus d'instal·lacions compliran amb la reglamentació del *CTE DB-HR* que mitjançant el *RD 1371/2007*, de 19 d' octubre, pel que s'aprova el document bàsic *DB-HR Protecció davant el soroll* del *Codi Tècnic de l' Edificació* i es modifica el *Real Decreto 314/2006*, de 17 de març, pel que s'aprova el *Codi Tècnic de l Edificació* [24].

#### 5.4.6. Disseny de la xarxa de distribució

Els equips escollits utilitzen refrigerant R410A i formaran, com ja s'ha comentat anteriorment, un sistema de condicionament d'aire VRV. Així doncs, aquest sistema estarà compost per un circuit de tubs frigorífics que transportaran líquid, i una altre circuit de tubs frigorífics que transportaran el gas refrigerant.

Cal destacar que per l'elaboració del disseny de la xarxa de distribució s'han seguit les característiques tècniques de cada model que es troben detallades a les seves fitxes tècniques extretes de la pàgina web *Lodotec Online* [41] de Mitsubishi Electric a part del *RITE* [12]. En aquestes fitxes tècniques, s'especifiquen diferents paràmetres com ara la longitud màxima del circuit frigorífic, el rang de



diàmetres de tubs permès per cada equip, l'altura màxima de diferència entre les unitats interiors i les exteriors, etc.

Per dissenyar correctament la xarxa de distribució serà necessària la instal·lació de dos controladors BC: un se situarà a l'altell 1 i l'altre a l'altell 2. Pel que fa al controlador situat a l'altell 1, serà un controlador BC model CMY-Y108-G de 8 sortides de la sèrie Y/YW. El controlador de l'altell 2 consistirà en un col·lector de 4 sortides model CMY-Y64-G-E de la sèrie multi S. [41]

La incorporació d'aquests dos elements, explicats anteriorment, a la xarxa de distribució de tubs frigorífics de la nau industrial permetrà distribuir correctament, i de manera més fàcil i eficient, el refrigerant R410A a totes les unitats interiors.

Cal destacar que, com ja s'ha comentat anteriorment, els tubs frigorífics formaran un circuit doble: un circuit transportarà el gas mentre que l'altre transportarà el líquid. Així doncs, els tubs frigorífics de coure que transportaran el gas, pel tram comprès entre la unitat exterior i els controladors situats als altells, seran de 28,58 mm (1 1/8") de diàmetre nominal, i pel trajecte comprès des dels controladors fins a cada una de les unitats exteriors seran de 12,7 mm (1/2") de diàmetre nominal.

Pel que fa als tubs frigorífics de coure que transportaran el líquid, pel tram comprès entre la unitat exterior i els dos controladors BC, el diàmetre nominal serà de 12,7 mm (1/2") mentre que pel trajecte comprès entre els controladors i cada unitat interior serà de 6,35 mm (1/4").

L'aïllament d'escuma elastomèrica escollit serà de la marca Rubaflex [61]. Per determinar les dimensions del gruix que haurà de tenir l'aïllament tèrmic en cada cas, se seguirà el que hi ha especificat a la taula 1.2.4.2.5 del RITE [12]. El diàmetre interior de l'aïllament serà el diàmetre normalitzat recomanat pel fabricant pel diàmetre exterior del tub que aïllaran tèrmicament. La taula del RITE [12] és la següent:

**Taula 5.12.- Gruix mínim dels aïllaments de circuits frigorífics per a climatització en funció del recorregut de les canonades. (Font: Taula 1.2.4.5 RITE) [12].**

Diàmetre exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
$D \leq 13$	10	15
$13 < D < 26$	15	20
$26 < D < 35$	20	25
$35 < D < 90$	30	40
$D > 90$	40	50

A més, cal tenir en compte que si el recorregut exterior és major de 25 m s'haurà d'augmentar el gruix fins al gruix comercial immediatament superior, amb un augment que en cap cas superi 5 mm.

D'aquesta manera, pels tubs frigorífics que transportaran el gas, pel tram comprès des de la unitat exterior fins els controladors BC situats als dos altells, s'utilitzarà aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica de 28 mm de diàmetre interior i un gruix de 25 mm, ja que els recorreguts són inferiors a 25 m. Pel tram comprès entre els controladors BC i les unitats interiors s'utilitzarà aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica de 12 mm de diàmetre interior i 10 mm de gruix.

D'altra banda, pels tubs frigorífics que transportaran el líquid, pel tram comprès des de la unitat exterior fins els controladors BC situats als dos altells, s'utilitzarà aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica de 12 mm de diàmetre interior i un gruix de 15 mm, ja que els recorreguts, com s'ha comentat anteriorment, són inferiors a 25 m. En canvi, pel trajecte comprès des dels controladors BC fins les unitats interiors s'utilitzarà aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica de 6 mm de diàmetre interior i 10 mm de gruix.

Cal destacar que l'esquema de la xarxa de distribució dels tubs frigorífics està detallat al plànol de climatització del present projecte situat als annexos del projecte.

## 6. Anàlisi de l'impacte ambiental

### 6.1. Objectiu

L'objectiu d'aquest estudi és tenir presents els impactes i les repercussions de realitzar les instal·lacions elèctriques, el sistema d'enllumenat, el projecte contra incendis i les instal·lacions de ventilació i climatització per tal de poder reduir el màxim possible l'impacte que aquestes puguin produir en el medi ambient.

### 6.2. Aspectes considerats

Pel disseny de les instal·lacions de la nau industrial del present projecte s'han tingut en compte els aspectes que s'indiquen i expliquen a continuació.

#### 6.2.1. Instal·lació elèctrica

El cablejat de la instal·lació elèctrica tindrà una baixa emissió de fums. D'aquesta manera, en cas de produir-se un incendi els fums alliberats per aquests seran poc tòxics i contaminaran el menys possible. A més, els cables compliran amb la normativa CPR (*Construction Product Regulation*) [14] que és un reglament emès per la Unió Europea amb el propòsit de regular els límits de resistència al foc i les substàncies perilloses als materials destinats a ser incorporats de forma permanent a la construcció.

#### 6.2.2. Enllumenat

##### 6.2.2.1. Eficiència energètica

El sistema d'enllumenat de la nau s'ha dissenyat complint amb els criteris d'eficiència energètica ja que totes les lluminàries escollides són de tecnologia LED. Aquestes lluminàries, a part de ser més eficients que les lluminàries de descàrrega o convencionals, permeten un estalvi significatiu del consum i presenten una major vida útil, per la qual cosa es reemplaçaran menys habitualment.

##### 6.2.2.2. Contaminació lumínica

Les lluminàries exteriors tipus projector que s'instal·laran a la paret posterior de la nau industrial i que permetran il·luminar el pati exterior de la nau industrial s'han escollit de manera que la seva intensitat lluminosa sigui menor als nivells màxims d'intensitat lluminosa permesos per la normativa per un

entorn tipus III, d'acord amb l'article 5 de la Llei 6/2001, de 31 de maig [15]. D'aquesta manera, generen menys impacte al medi ambient, reduint, molt significativament, la contaminació lumínica.

### 6.2.3. Materials

Tots els materials utilitzats seran reciclats en la mesura del màxim possible. A més, compliran amb la normativa CPR (*Construction Product Regulation*) [14] anomenada anteriorment.

### 6.2.4. Rendiment equips de climatització

A la instal·lació de climatització s'ha apostat per escollir models de màquines més actuals, que presenten un rendiment molt més elevat que models anteriors, per la qual cosa tenen un consum energètic molt més baix i, per tant, un nivell d'eficiència que és respectuós amb el medi ambient ja que per una potència frigorífica més alta la potència elèctrica de consum és considerablement més baixa.

## 6.3. Conclusions anàlisi ambiental

El món de les instal·lacions està subjecte a un entorn molt normatiu. D'acord amb aquest fet, les reglamentacions vigents determinen la importància d'emprar els materials de més o menys eficiència energètica. Això m'ha permès veure que, escollir unes certes màquines o d'altres, amb millor eficiència o no, encara es nodreixen de la pròpia voluntat tècnica i no pas d'un fet normatiu. En aquest sentit penso que la política, i per tant, els polítics que determinen a través de les lleis com ha de ser el nostre futur mediambiental, haurien de proposar l'ús de millors materials amb alta eficiència.

Aquesta imposició normativa restringiria, a curt termini i en un inici, la competència dels fabricants d'acord amb les seves prestacions, però alhora incentivaria, a mig i llarg termini, com a regles naturals del mercat l'aparició de nous productes i millors que els anteriors fruit de la innovació. És a dir, l'obligació normativa afavoreix la innovació per una millora energètica.

## 7. Conclusions

En primer lloc, cal destacar que s'ha complert l'objectiu del present projecte: el de dissenyar i dimensionar les instal·lacions d'una nau industrial.

Així doncs, aquest treball de fi de grau, centrat en el disseny i dimensionament de la instal·lació elèctrica, el sistema d'enllumenat, la instal·lació contra incendis i la instal·lació de ventilació i climatització d'una nau industrial, m'ha permès agrupar i consolidar una gran part del coneixement que he anat adquirint al llarg dels estudis de grau. D'aquesta manera, la matèria realitzada a assignatures com ara instal·lacions elèctriques de baixa tensió, termodinàmica, mecànica de fluids, projectes d'enginyeria, etc, han estat de vital importància per a la realització del projecte.



## 8. Pressupost

### 8.1. Resum de pressupost

RESUM PRESSUPOST	
CAPÍTOL	IMPORT
1. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DE BAIXA TENSIÓ.....	44.764,69 €
2. INSTAL·LACIONS DEL SISTEMA D'ENLLUMENAT.....	20.981,97 €
3. INSTAL·LACIONS DE CONTRAINCENDIS.....	6.158,31 €
4. INSTAL·LACIONS DE VENTILACIÓ I CLIMATITZACIÓ.....	41.696,01 €
<b>TOTAL PRESSUPOST EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)=</b>	<b>113.600,98 €</b>
13% DESPESES GENERALS (DG)=	14.768,13 €
6% BENEFICI INDUSTRIAL (BI)=	6.816,06 €
<b>TOTAL DESPESES GENERALS I BENEFICI INDUSTRIAL (DG+BI)=</b>	<b>21.584,19 €</b>
<b>TOTAL PRESSUPOST EXECUCIÓ PER CONTRACTA (PEC)=</b>	<b>135.185,17 €</b>
IVA 21%	28.388,88 €
<b>TOTAL PRESSUPOST GENERAL=</b>	<b>163.574,05 €</b>
El Total de Pressupost Execució per Contracta (PEC) puja la quantitat de Cent trenta-cinc mil Cent vuitanta-cinc amb disset Euros (IVA NO INCLÒS)	
<b>PROJECTE I DIRECCIÓ D'OBRA (8% SOBRE EL PEC)=</b>	<b>10.814,81 €</b>
IVA 21%	2.271,11 €
<b>TOTAL DEL PROJECTE I DIRECCIÓ D'OBRA=</b>	<b>13.085,92 €</b>
El Total de projecte i direcció d'obra puja la quantitat de deu mil vuit-cents catorze amb vuitanta-un Euros (IVA NO INCLÒS)	

## 8.2. Instal·lació elèctrica de baixa tensió

### 8.2.1. Instal·lació d'enllaç

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Derivació individual formada per cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K, de secció 4 x 16 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	15,0	m	7,72 €	115,80 €
Subministrament i col·locació de tub corrugat de polietilè de doble paret, corrugada exterior i llisa interior, vermell per a canalització soterrada de 90 mm de diàmetre i amb resistència a la compressió de 450 N.	15,0	m	4,71 €	70,65 €
Subministrament i col·locació de la caixa general de protecció (CGP) esquema 9 amb fusibles gG 100 A. Ref. CGPC-9-160BUC/E de la marca Claved.	1,0	u	160,00 €	160,00 €
Subministrament i col·locació de conjunt de mesura TMF1. per a subministrament trifàsic individual superior a 15 kW, per a mesura directa, potència entre 17,32 kW i 43,64 kW, tensió de 400 V.	1,0	u	336,00 €	336,00 €
Ref. CL –SI –TMF1 de la marca Claved. Subministrament i col·locació de caixa de seccionament.	1,0	u	442,75 €	442,75 €
Ref. CGPC-400C BUC de la marca Claved. Canal protectora de PVC. Ref. CA-250-400 de la marca Claved.	1,0	u	85,50 €	85,50 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>1.125,20 €</b>			



## 8.2.2. Quadre General de Baixa Tensió

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
<p>Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 24 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 120 mòduls repartits en 5 files amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 900x550x148 mm. Referència PRA13815+PRA16524. Inclou aparellatge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 IGA de 63 A, 4P amb un protector de sobretensions transitòries i permanents incorporat.</li> <li>• 6 interruptors diferencials de 40 A /2P /30 mA.</li> <li>• 4 interruptors diferencials de 40 A /4P /30 mA.</li> <li>• 4 interruptor diferencials selectius de 40 A /4P /300 mA.</li> <li>• 7 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 3 interruptors magnetotèrmics de 16A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 2 interruptors magnetotèrmics de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 3 interruptors magnetotèrmics de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptors magnetotèrmics de 20 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> </ul> <p>I bateria de condensadors de la marca Schneider segons especificacions de la memòria.</p>	1,0	u	9.979,33 €	9.979,33 €
Línia elèctrica (C1.1) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	18,0	m	1,53 €	27,54 €
Línia elèctrica (C1.2) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	18,0	m	3,41 €	61,38 €

Línia elèctrica (C1.3) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	18,0	m	3,41 €	61,38 €
Línia elèctrica (C1.4) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	46,0	m	1,53 €	70,38 €
Línia elèctrica (C1.5) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	38,0	m	3,41 €	129,58 €
Línia elèctrica (C1.6) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	21,0	m	1,62 €	34,02 €
Línia elèctrica (C1.7) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	21,0	m	1,62 €	34,02 €
Línia elèctrica (C1.8) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, amb cinc cables de secció 5 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	56,0	m	2,67 €	149,52 €
Línia elèctrica (C1.9) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 6 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	30,0	m	5,03 €	150,90 €
Línia elèctrica (C1.10) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta	55,0	m	1,53 €	84,15 €

del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.				
Línia elèctrica (C1.11) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	34,0	m	1,53 €	52,02 €
Línia elèctrica (C1.12) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	6,0	m	1,53 €	9,18 €
Línia elèctrica (SQ1) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 4 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	10,0	m	4,32 €	43,20 €
Línia elèctrica (SQ2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 10 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	22,0	m	7,40 €	162,80 €
Línia elèctrica (SQ3) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 10 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	27,0	m	7,40 €	199,80 €
Caixa de derivació quadrada de 180x140 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	15,0	u	9,24 €	138,60 €
Caixa de derivació quadrada de 105x105 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	5,0	u	4,94 €	24,70 €
Safata de reixeta Rejiband C8 de la marca Pensa de 100x60 mm	45,5	m	18,32 €	833,56 €
Canal protectora de PVC de color blanc de la marca Unex de 30x40 mm	16,0	m	10,82 €	173,12 €

Canal protectora de PVC de color blanc de la marca Unex de 40x110 mm	22,0	m	19,66 €	432,52 €
Canal protectora de PVC de color blanc de la marca Unex de 40x60 mm	27,0	m	13,71 €	370,17 €
Tub rígid de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	172,0	m	6,68 €	1.148,96 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>14.370,83 €</b>			

### 8.2.3. Subquadre 1: Oficina administrativa Altell 2

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 18 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 36 mòduls repartits en 2 files amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 450x426x125 mm. Referència PRA10262+PRA16218. Inclou aparellatge:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 3 interruptors diferencials de 40 A/2P /30 mA.</li> <li>• 2 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 4 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, i 10 kA de poder de tall i corba C.</li> </ul>	1,0	u	1.800,14 €	1.800,14 €
Línia elèctrica (C2.1) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	28,0	m	1,29 €	36,12 €
Línia elèctrica (C2.2) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	24,0	m	1,29 €	30,96 €
Línia elèctrica (C2.3) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb	21,0	m	1,89 €	39,69 €

coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.				
Línia elèctrica (C2.4) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	26,0	m	1,89 €	49,14 €
Línia elèctrica (C2.5) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	35,0	m	1,89 €	66,15 €
Línia elèctrica (C2.6) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	8,0	m	1,89 €	15,12 €
Caixa de derivació quadrada de 180x140 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	8,0	u	9,24 €	73,92 €
Tub corrugat de PVC de 20 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	108,0	m	1,90 €	205,20 €
Tub corrugat de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	40,0	m	1,66 €	66,40 €
Tub rígida de PVC de 20 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	6,0	m	8,02 €	48,12 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>2.430,96 €</b>			

## 8.2.4. Subquadre 2: Taller Sala davant

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
<p>Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 18 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 54 mòduls repartits en 3 files amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 600x426x125 mm. Referència PRA10263+PRA16318. Inclou aparellatge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 5 interruptors diferencials de 40 A /2P /30 mA.</li> <li>• 2 interruptors diferencials de 40 A /4P /30 mA.</li> <li>• 5 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptors magnetotèrmics de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptors magnetotèrmics de 32 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> </ul>	1,0	u	4.226,78 €	4.226,78 €
Línia elèctrica (C3.1) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	36,0	m	1,53 €	55,08 €
Línia elèctrica (C3.2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	18,0	m	1,53 €	27,54 €
Línia elèctrica (C3.3) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	27,0	m	1,53 €	41,31 €

Línia elèctrica (C3.6) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 6 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	11,0	m	5,03 €	55,33 €
Línia elèctrica (C3.2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	14,0	m	1,53 €	21,42 €
Línia elèctrica (C3.2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	34,0	m	1,53 €	52,02 €
Línia elèctrica (C3.2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	28,0	m	1,53 €	42,84 €
Línia elèctrica (C3.8) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 4 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	21,0	m	4,04 €	84,84 €
Caixa de derivació quadrada de 180x140 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	8,0	u	9,24 €	73,92 €
Caixa de derivació quadrada de 105x105 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	5,0	u	4,94 €	24,70 €
Safata de reixeta Rejiband C8 de la marca Pensa de 200x60 mm	43,0	m	24,27 €	1.043,61 €
Tub rígida de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	36,0	m	6,68 €	240,48 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>5.989,87 €</b>			

### 8.2.5. Subquadre 3: Taller Sala Darrere

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
<p>Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 24 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 120 mòduls repartits en 6 files amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 900x550x148 mm. Referència PRA13815+PRA16524. Inclou aparellatge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 40 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 3 interruptors diferencials de 40 A /2p /30 mA.</li> <li>• 9 interruptors diferencials 40 A /4P /30 mA.</li> <li>• 2 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 2 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 6 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 2 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> </ul>	1,0	u	8.618,81 €	8.618,81 €
Línia elèctrica (C4.1) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	36,0	m	1,53 €	55,08 €
Línia elèctrica (C4.2) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	27,0	m	1,53 €	41,31 €
Línia elèctrica (C4.3) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	21,0	m	1,53 €	32,13 €



Línia elèctrica (C4.4) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	12,0	m	2,28 €	27,36 €
Línia elèctrica (C4.5) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	15,0	m	3,03 €	45,45 €
Línia elèctrica (C4.6) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	8,0	m	1,53 €	12,24 €
Línia elèctrica (C4.7) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	14,0	m	2,28 €	31,92 €
Línia elèctrica (C4.8) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	11,0	m	2,28 €	25,08 €
Línia elèctrica (C4.9) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	19,0	m	3,03 €	57,57 €
Línia elèctrica (C4.10) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	18,0	m	2,28 €	41,04 €
Línia elèctrica (C4.11) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta	17,0	m	2,28 €	38,76 €

del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.				
Línia elèctrica (C4.12) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	16,0	m	2,28 €	36,48 €
Línia elèctrica a SQ3.1 (C4.13) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 4 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	9,0	m	4,04 €	36,36 €
Caixa de derivació quadrada de 180x140 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	20,0	u	9,24 €	184,80 €
Caixa de derivació quadrada de 105x105 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	5,0	u	4,94 €	24,70 €
Safata de reixeta Rejiband C8 de la marca Pensa de 200x60 mm	43,0	m	24,27 €	1.043,61 €
Tub rígida de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	46,0	m	6,68 €	307,28 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>10.659,98 €</b>			

**8.2.6. Subquadre 4: Oficina tècnica Altell 1**

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
<p>Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 24 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 96 mòduls repartits en 4 files amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 750x550x148 mm. Referència PRA13814+PRA16424. Inclou aparellatge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 5 interruptors diferencials de 40 A /2p /30 mA.</li> <li>• 4 interruptors diferencials 40 A /4P /30 mA.</li> <li>• 3 interruptors magnetotèrmics de 10 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 7 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 2P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> <li>• 3 interruptors magnetotèrmics de 16 A, 4P, 10 kA de poder de tall i corba C.</li> </ul>	1,0	u	5.836,52 €	5.836,52 €
Línia elèctrica (C5.1) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	30,0	m	1,62 €	48,60 €
Línia elèctrica (C5.2) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	25,0	m	1,29 €	32,25 €
Línia elèctrica (C5.3) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	34,0	m	1,29 €	43,86 €
Línia elèctrica (C5.4) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb	36,0	m	1,62 €	58,32 €

coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.				
Línia elèctrica (C5.5) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	36,0	m	1,62 €	58,32 €
Línia elèctrica (C5.6) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	27,0	m	1,62 €	43,74 €
Línia elèctrica (C5.7) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	16,0	m	1,62 €	25,92 €
Línia elèctrica (C5.8) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	16,0	m	1,62 €	25,92 €
Línia elèctrica (C5.9) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	34,0	m	1,53 €	52,02 €
Línia elèctrica (C5.10) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	22,0	m	2,28 €	50,16 €
Línia elèctrica (C5.11) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	25,0	m	2,28 €	57,00 €

Línia elèctrica (C5.12) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	25,0	m	1,53 €	38,25 €
Línia elèctrica (C5.13) formada cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RZ1-K (AS), de secció 5 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en safata o canal.	22,0	m	2,28 €	50,16 €
Caixa de derivació quadrada de 105x105 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	13,0	u	4,94 €	64,22 €
Tub corrugat de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	220,0	m	1,90 €	418,00 €
Canal protectora de PVC de color blanc de la marca Unex de 40x110 mm (Subquadre+zona assajos tècnics)	16,0	m	19,66 €	314,56 €
Canal protectora de PVC de color blanc de la marca Unex de 30x40 mm (Despatxos+línies màquines sala tècnica)	104,0	m	10,82 €	1.125,28 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>				<b>8.343,10 €</b>

### 8.2.7. Subquadre 3.1. : Pati exterior

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació d'armari modular Pragma 18 de la marca Schneider amb porta amb una capitat per 18 mòduls repartits en 1 fila amb protecció IP40 i IK09. Dimensions 300x426x125 mm. Referència MIP10112. Inclou aparellatge:  -1 interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4p, 10 kA de poder de tall i corba C. -1 interruptor diferencial de 40 A /2p /30 mA. -2 interruptor magnetotèrmic de 10 A, 2p, 10 kA de poder de tall i corba C. -1 interruptors magnetotèrmics de 16A, 2p, 10 kA de poder de tall i corba C.	1,0	u	898,10 €	898,10 €



Línia elèctrica (C6.1) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	12,0	m	1,29 €	15,48 €
Línia elèctrica (6.2) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	21,0	m	1,62 €	34,02 €
Línia elèctrica (6.3) formada cable amb conductor de coure de 750 V de tensió assignada, amb designació H07Z1-K, tripolar de secció 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> , amb coberta del cable de poliolefines amb baixa emissió fums, col·locat en tub.	25,0	m	1,29 €	32,25 €
Caixa de derivació quadrada de 180x140 mm Plexo de Legrand, muntada superficialment.	3,0	u	9,24 €	27,72 €
Tub rígida de PVC de 16 mm de diàmetre lliure d'halògens, no propagador de flama de la marca Aiscan	58,0	m	6,68 €	387,44 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>1.395,01 €</b>			

### 8.2.8. Instal·lació de posta a terra

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Pica de 2 m de llargària d'acer-coure i 14 mm de diàmetre instal·lades verticalment, inclou accessoris d'unió (grapes i ferratges).	4,0	u	56,21 €	224,84 €
Conductor nuu de coure de secció 1x35 mm <sup>2</sup> .	20,0	m	4,47 €	89,40 €
Caixa seccionadora de terres amb pletina de coure.	1,0	u	50,00 €	50,00 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>364,24 €</b>			

## 8.3. Sistema d'enllumenat

### 8.3.1. Enllumenat nau industrial PB

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació de lluminària tipus campana industrial LED model BY121P G3 PSD de la marca Philips de 155W/4000K/20500lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	4,0	u	508,65 €	2.034,60 €
Subministrament i col·locació de lluminària LED model SM150C de la marca Philips de 1440 mm de 55W/4000K/6000lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	29,0	u	139,75 €	4.052,75 €
Subministrament i col·locació de lluminària LED model SM534C PSD de la marca Philips de 1450 mm de 44W/4000K/5000lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	9,0	u	243,75 €	2.193,75 €
Subministrament i col·locació de lluminària tipus downlight LED DN130B de la marca Philips de 20 cm de diàmetre de 22W/4000K/2100lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	5,0	u	109,75 €	548,75 €
Subministrament i col·locació de lluminària d'emergència model URA21 LED de la marca Legrand de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	35,0	u	81,83 €	2.864,05 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>11.693,90 €</b>			

**8.3.2. Enllumenat Altell 1**

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació de lluminària tipus panell LED model Aura Lunaria de la marca Aura Light de dimensions de 59,5x59,5 cm i 39W/4000K/4870lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	25,0	u	107,75 €	2.693,75 €
Subministrament i col·locació de lluminària tipus downlight LED DN130B de la marca Philips de 20 cm de diàmetre de 22W/4000K/2100lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	3,0	u	109,75 €	329,25 €
Subministrament i col·locació de lluminària d'emergència model URA21 LED de la marca Legrand de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	9,0	u	81,83 €	736,47 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>3.759,47 €</b>			

**8.3.3. Enllumenat Altell 2**

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació de lluminària tipus panell LED model Aura Lunaria de la marca Aura Light de dimensions de 59,5x59,5 cm i 39W/4000K/4870lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	15,0	u	107,75 €	1.616,25 €
Subministrament i col·locació de lluminària d'emergència model URA21 LED de la marca Legrand de 2h d'autonomia de 4 LED que formen un conjunt de 6W/200lm o equivalent. Totalment instal·lada. S'inclou la part proporcional d'accessoris i petit material de connexió i muntatge.	5,0	u	81,83 €	409,15 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>2.025,40 €</b>			



## 8.3.4. Enllumenat Pati exterior

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació de lluminària exterior tipus projector LED model Ledinaire Floodlight Mini BVP105 sense sensor de la marca Philips 50W/4000K/4500lm o equivalent. S'inclouen tots els accessoris necessaris pel seu muntatge així com pel seu correcte funcionament.	2,0	u	76,70 €	153,40 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>153,40 €</b>			

## 8.3.5. Mecanismes

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Interruptor unipolar modular, mòdul ample, 10 AX 250V, de la marca Simon sèrie 82, de color blanc, muntatge encastrat. Inclou tecla i marc embellidor.	11,0	u	18,10 €	199,10 €
Interruptor 10 AX, model Plexo de la marca Legrand muntat superficialment.	10,0	u	15,97 €	159,70 €
Commutador 10 AX, model Plexo de la marca Legrand muntat superficialment.	13,0	u	16,97 €	220,61 €
Subministrament i col·locació de caixa Cetact de la marca Famatel o equivalent que inclou: -Proteccions. -2 preses de corrent monofàsiques Schuko de 16 A. -1 presa de corrent trifàsica de 16 A. -1 presa de corrent trifàsica de 32 A.	6,0	u	119,24 €	715,44 €
Subministrament i col·locació de presa de corrent de 16 A, amb caixa de color gris muntada superficialment de la sèrie Plexo de la marca Legrand.	20,0	u	19,21 €	384,20 €
Subministrament i col·locació de presa de corrent de 16 A Schuko 2P+T de la marca Simon sèrie 82, de color blanc, muntatge encastrat. Inclou tapa i marc embellidor.	8,0	u	17,94 €	143,52 €
Subministrament i col·locació de columna de 3 elements amb 2 bases d'endoll dobles bipolars amb presa de terra lateral Schuko de 16 A i amb espai per dos preses de veu i dades RJ45 de la sèrie Cima 500 de la marca Simon ref	14,0	u	66,69 €	933,66 €

51000309-030. Inclou caixa de superfície ref. 51050003-030.				
Caixa de superfície amb 4 preses de corrent de 16 A amb tapa protectora de la marca Famatel o equivalent. Model Caja box ref. 3065.	5,0	u	62,33 €	311,65 €
Caixa de superfície amb 2 preses de corrent de 16 A amb tapa protectora de la marca Famatel o equivalent. Model Caja box ref. 3064.	8,0	u	35,24 €	281,92 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>3.349,80 €</b>			

## 8.4. Instal·lació contra incendis

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Subministrament i col·locació de central de detecció d'incendis convencional per a 8 zones, amb alimentació, muntada a la paret model FOC002208 de la marca Plana Fàbrega. Inclou accessoris i cablejat. Totalment instal·lada pel seu correcte funcionament.	1,0	u	523,50 €	523,50 €
Subministrament i col·locació de detector de fums òptic convencional de la marca Plana Fàbrega.	21,0	u	62,35 €	1.309,35 €
Subministrament i col·locació de canonada d'acer galvanitzat de 2 1/2" de diàmetre. Inclou accessoris per la seva correcta instal·lació.	44,5	m	39,46 €	1.755,97 €
Subministrament d'accessoris de valvuleria per la correcta instal·lació de la xarxa d'aigua de la Boca d'incendi equipada (BIE).	1,0	PA	739,00 €	739,00 €
Subministrament i col·locació de Boca d'incendi equipada (BIE) amb 20 m de mànega diàmetre de 25 mm. composta per armari de xapa d'hacer pintat de vermell amb porta cega vermella amb pany de 8 mm. Inclou vàlvula de pas roscada de DN 25 i manòmetre de glicerina graduat de 0 a 16 bar.	2,0	u	317,25 €	634,50 €
Subministrament i col·locació d'extintor manual de pols seca polivalent, de càrrega 6 kg, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a paret. S'inclouen elements de subjecció.	7,0	u	46,01 €	322,07 €

Subministrament i col·locació d'extintor manual de diòxid de carboni, de càrrega 5 kg, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a paret. S'inclouen elements de subjecció.	6,0	u	107,41 €	644,46 €
Subministrament i col·locació dels rètols de senyalització segons la norma UNE de cada element de contraincendis (Extintors, mànegues contraincendis, polsadors i sortides), incloent diferents accessoris per la seva correcta instal·lació. Completament muntats i instal·lats.	14,0	u	16,39 €	229,46 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>6.158,31 €</b>			

## 8.5. Instal·lació de ventilació i climatització

DESCRIPCIÓ	AMIDAMENT	UT.	IMPORT UNITARI	IMPORT TOTAL
Tub helicoidal de 100 mm de diàmetre i 0,5 mm de gruix.	21,0	m	11,36 €	238,56 €
Barret de xemeneia de 100 mm de diàmetre per tub helicoidal.	5,0	u	38,55 €	192,75 €
Boca d'extracció EDM-80 N de la marca S&P amb entrada de 100 mm de diàmetre.	5,0	u	56,98 €	284,90 €
Subministrament i muntatge d'unitat interior tipus Cassette model PLFY-P20VBM-E de la marca Mitsubishi electric, amb una potència frigorífica 2,2 kW i potència calorífica 2,5 kW.	2,0	u	1.736,00 €	3.472,00 €
Subministrament i muntatge d'unitat interior tipus Cassette model PLFY-P32VBM-E de la marca Mitsubishi electric amb una potència frigorífica 3,6 kW i potència calorífica 4,0 kW.	7,0	u	1.776,00 €	12.432,00 €
Subministrament i muntatge d'unitat interior tipus Cassette model PLFY-P40VBM-E de la marca Mitsubishi electric amb una potència frigorífica 4,5 kW i potència calorífica 5,0 kW.	1,0	u	1.806,00 €	1.806,00 €

Subministrament i muntatge d'unitat interior tipus Cassette model PLFY-P50VBM-E de la marca Mitsubishi electric amb una potència frigorífica 5,6 kW i potència calorífica 6,3 kW.	1,0	u	1.854,00 €	1.854,00 €
Subministrament i muntatge d'unitat exterior de bomba de calor model PUHY-P350YNM-A de la marca Mitsubishi electric amb una potència frigorífica 40 kW i potència calorífica 45 kW.	1,0	u	16.676,00 €	16.676,00 €
Subministrament i muntatge de controlador BC CMY-Y64-G-E format per colector de 4 sortides de la serie Multi S de Mitsubishi Electric.	1,0	u	209,50 €	209,50 €
Subministrament i muntatge de controlador BC colector de 8 sortides model CMY-Y108-G serie Y/YW de la marca Mitsubishi electric.	1,0	u	350,25 €	350,25 €
Control remot amb programador setmanal per controlar els equips interiors de climatització, model PAR-33MAA de Mitsubishi elèctric.	7,0	u	169,50 €	1.186,50 €
Tub frigorífic de coure de diàmetre nominal de 12,7mm pel transport de gas pel tram comprès entre els controladors BC i les unitats interiors tipus " Cassette".	63,0	m	10,14 €	638,82 €
Tub frigorífic de coure diàmetre nominal de 28,7 mm pel transport de gas pel tram comprès entre la unitat exterior i els controladors BC.	26,5	m	15,63 €	414,20 €
Tub frigorífic de coure de diàmetre nominal de 6,35 mm pel transport de gas pel tram comprès entre els controladors BC i les unitats interiors tipus " Cassette".	63,0	m	7,40 €	466,20 €
Tub frigorífic de coure diàmetre nominal de 12,7 mm pel transport de gas pel tram comprès entre la unitat exterior i els controladors BC.	26,5	m	10,14 €	268,71 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a tub frigorífic de diàmetre nominal 12,7 mm i de 10 mm de gruix, col·locat superficialment.	63,0	m	4,20 €	264,60 €

Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a tub frigorífic de diàmetre nominal 28,58 i de 25 mm de gruix, col·locat superficialment.	26,5	m	11,09 €	293,89 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a tub frigorífic de diàmetre nominal 6,35 mm i de 10 mm de gruix, col·locat superficialment.	63,0	m	3,98 €	250,74 €
Aïllament tèrmic d'escuma elastomèrica per a tub frigorífic de diàmetre nominal 12,7 i de 15 mm de gruix, col·locat superficialment.	26,5	m	5,17 €	137,01 €
Cable de comunicacions per al control de les unitats interiors amb el control remot per a BUS de dades 2x1 mm <sup>2</sup> trenat i apantallat.	198,0	m	1,31 €	259,38 €
<b>IMPORT TOTAL CAPÍTOL</b>	<b>41.696,01 €</b>			



## Bibliografia

- Normativa consultada:

- [1] *Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT)*, aprovat pel RD 842/2002 del 2 d'agost de 2002.
- [2] Guies tècniques d'aplicació del REBT.
- [3] Instrucció 1/2014 de 19 de març, de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial, de la Generalitat de Catalunya.
- [4] Condicions tècniques i seguretat Fecsa-Endesa: *Norma Tècnica Particular per escomeses i Instal·lacions d'Enllaç de Baixa Tensió (NTP-IEBT)*.
- [5] Guia Vademècum per Instal·lacions d'Enllaç de Baixa Tensió del 2014 de Fecsa Endesa.
- [6] *Reglament d'Instal·lacions Contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI)*.
- [7] *Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI)*, aprovat pel RD 513/2017.
- [8] *Codi Tècnic de l'Edificació : Document Bàsic: Seguretat d'utilització i accessibilitat (CTE DB SUA)*.
- [9] RD 486/1997, en el qual s'estableixen les Disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball.
- [10] *Norma UNE EN 12646-1. Il·luminació en els llocs de treball*.
- [11] *Norma UNE 20460-5-523. Intensitats admissibles en sistemes de conducció de cables*.
- [12] *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE)*, aprovat pel RD 1027/2007.
- [13] *Codi Tècnic de l'Edificació : Document Bàsic: Seguretat en cas d'Incendi. (CTE DB SI)*.
- [14] *Reglament CPR (Construction Product Regulation), Norma EN 50575*.
- [15] *Llei 6/2001 de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn*.
- [16] *Decret 190/2015, desplegament Llei 6/2001 ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn*
- [17] *Norma UNE-12501-1, protecció de materials metàl·lics contra la corrosió*.

- [18] UNE-23727. *Assajos de reacció al foc dels elements de construcció.*
- [19] UNE 23093. *Assaig de la resistència al foc de les estructures i elements de la construcció.*
- [20] UNE 23034. *Regulació de senyalització d'emergència.*
- [21] UNE 23033-1. *Seguretat contra incendis. Senyalització.*
- [22] UNE 23585. *Seguretat contra incendis. Sistemes de control de fum i calor.*
- [23] *Codi Tècnic de l'Edificació: Document Bàsic: Estalvi d'energia (CTE DB HE).*
- [24] *Codi Tècnic de l'Edificació: Document Bàsic: Protecció davant el soroll (CTE DB HR).*
- [26] *Codi Tècnic de l'Edificació.*

- Llibres:

- [27] Nacenta Anmella, J. M<sup>a</sup>., Ribot Martín, J., 2009. *Guía Rápida de necesidades térmicas para calefacción y aire acondicionado.* Ediciones experiencia. ISBN: 978-84-96283-79-4.
- [28] Domènech, M. À., Miranda, Á., 2012. *ABC del aire acondicionado.* Marcombo, S.A. ISBN:978-84-267-1833-4.
- [29] Rodríguez Espantoso, J. L. *Càlcul de xarxes d'alimentació de boques d'incendi equipades (BIE).*
- [30] Richards, C. J., 1980. *Sistemas Electrónicos de Datos.* Editorial Reverté. ISBN: 84-291-3450-6.

- Articles tècnics

- [31] Prysmian Group. 2013 [en línia]. *Ejemplo de cálculo de sección por el criterio de la intensidad de cortocircuito. Método Simplificado.*

Disponible a: <https://www.voltimum.es/articulos-tecnicos/ejemplo-calculo-seccion-1>

- Pàgines web:

- [32] Google Maps [en línia]. Disponible a: <https://www.google.es/maps/> [Consultat: 16-2-2018].
- [33] *Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE 2018)* [en línia]. Disponible a: <http://www.codigoscnae.es/todosloscodigoscnae> [Consultat: 21-2-2018].



- [34] Plana Fàbrega [en línia]. Disponible a: <https://www.planafabrega.com/plana-fabrega-4873> [Consultat: 27-2-2018].
- [35] Dial. *Dialux Download* [en línia]. Disponible a: <https://www.dial.de/es/software/dialux/download/> [Consultat: 2-3-2018].
- [36] Aura Light [en línia]. Disponible a: <http://www.auralight.com/> [Consultat: 3-3-2018].
- [37] Philips Lighting [en línia]. Disponible a: <http://www.lighting.philips.es/inicio> [Consultat: 3-3-2018].
- [38] Simon Electric [en línia]. Disponible a: <https://www.simonelectric.com/> [Consultat: 16-3-2018].
- [39] Legrand [en línia]. Disponible a: <http://www.legrand.es/> [Consultat: 16-3-2018].
- [40] Soler & Palau. [en línia]. Disponible a: <https://www.solerpalau.com/es-es/> [Consultat: 25-3-2018].
- [41] Mitsubishi Electric. *Aire acondicionado* [en línia]. Disponible a: <https://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/> [Consultat: 5-4-2018].
- [42] Claved [en línia]. Disponible a: <http://www.claved.es/> [Consultat: 17-4-2018].
- [43] Pensa Rejiband [en línia]. Disponible a: <https://www.pensa-rejiband.com/> [Consultat: 26-4-2018].
- [44] Unex [en línia]. Disponible a: <http://www.unex.net/ES/home/> [Consultat: 26-4-2018].
- [45] General Cable [en línia]. Disponible a: <https://www.generalcable.com/eu/es> [Consultat: 13-5-2018].
- [46] Schneider Electric [en línia]. Disponible a: <https://www.schneider-electric.es/es/> [Consultat: 15-5-2018].
- [47] Famatel [en línia]. Disponible a: <http://www.famatel.com/es/> [Consultat: 15-5-2018].
- [48] Cirprotec [en línia]. Disponible a: <http://www.cirprotec.com/es> [Consultat: 17-5-2018].
- [49] Generador de preus [en línia]. Disponible a: <http://www.generadordeprecios.info/> [Consultat: 20-5-2018].
- [50] Model Elec 3 [en línia]. Disponible a: <https://canalempresa.gencat.cat/es/tramits-i-formularis/formularis/energia/electricitat-alta-i-baixa-tensio/> [Consultat: 20-4-2018].

- Catàlegs consultats



- [51] Catàleg de Philips.
- [52] Catàlegs de Legrand.
- [53] Catàlegs de Simon.
- [54] Catàleg de Schneider.
- [55] Catàleg de S&P.
- [56] Catàleg Aura Light.
- [57] Catàleg de Famatel.
- [58] Catàleg de Rejiband de Pensa.
- [59] Catàleg de Unex.
- [60] Catàleg Aiscan.
- [61] Catàleg Rubaflex.

## Annexos

- Annex I: Plec de condicions. Aquest annex es troba inclòs en aquest document de la memòria del present projecte amb el nom Annex I: Plec de condicions
- Annex II: Plànols i esquemes del projecte. Aquest annex es trobarà inclòs en aquest document de la memòria del present projecte amb el nom Annex II: Plànols i esquemes.
- Annex III: Full de càlcul Excel del model ELEC 3 utilitzat per l'anàlisi de la potència real i el dimensionament del conjunt de la instal·lació elèctrica. Aquest annex es trobarà a un document a part de la memòria del present projecte anomenat Annex III: Model Elec 3.
- Annex IV: Full de càlcul Excel amb el càlcul justificatiu de la BIE. Aquest annex es trobarà en un document a part de la memòria del present projecte anomenat Annex IV: Càlcul BIE.
- Annex V: Full de càlcul Excel de la metodologia de càlcul seguida per la justificació de la ventilació natural de la nau industrial. Aquest annex es trobarà a un document a part de la memòria del present projecte amb el nom Annex V: Càlcul ventilació natural.
- Annex VI: Full de càlcul Excel de la metodologia de càlcul per l'anàlisi de les càrregues tèrmiques de calefacció de la nau industrial. Aquest annex es trobarà a un document a part de la memòria del present projecte anomenat Annex VI: Càlcul càrregues calefacció.
- Annex VII: Full de càlcul Excel de la metodologia de càlcul per l'anàlisi de les càrregues tèrmiques de refrigeració de la nau industrial. Aquest annex es trobarà a un document a part de la memòria del present projecte anomenat Annex VII: Càlcul càrregues refrigeració.
- Annex VIII: Documentació vària d'interès. Aquest annex es trobarà a un document a part de la memòria anomenat Annex VIII: Documentació vària d'interès. Contindrà algunes pàgines importants d'alguna normativa, la documentació generada pel programa DIALUX [35], entre d'altres.



TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Elèctrica**

**INSTAL·LACIONS D'UNA NAU INDUSTRIAL**



**ANNEX I: Plec de condicions**

**Autor:** Ferran Nogués Grangé  
**Director:** Juan Antonio García Alzórriz  
**Convocatòria:** Juny 2018



# Índex del Plec de condicions

<b>1.</b>	<b>CAPÍTOL 1: CONDICIONS GENERALS</b>	<b>1</b>
1.1.	Origen del plec de condicions.....	1
1.2.	Conceptes compresos.....	1
1.3.	Conceptes no compresos.....	3
1.4.	Interpretació del projecte.....	3
1.5.	Coordinació del projecte.....	4
1.6.	Modificació del projecte .....	5
1.7.	Inspeccions.....	5
1.8.	Qualitats .....	5
1.9.	Reglamentació d'obligat compliment .....	6
1.10.	Documentació gràfica .....	7
1.11.	Documentació final d'obra .....	8
1.12.	Garanties .....	9
1.13.	Seguretat i prevenció .....	9
<b>2.</b>	<b>CAPÍTOL 2: TREBALLS EN BAIXA TENSIÓ</b>	<b>10</b>
2.1.	Generalitats.....	10
2.1.1.	Materials.....	10
2.1.2.	Cablejat.....	11
2.1.3.	Connexions .....	11
2.1.4.	Identificació .....	11
2.1.5.	Soterrats .....	11
2.1.6.	Canalitzacions .....	12
2.2.	Quadres i caixes .....	12
2.2.1.	Armari de formigó prefabricat .....	12
2.2.2.	Caixa General de Protecció .....	12
2.2.3.	Equip de Mesura.....	12
2.2.4.	Enllumenat.....	12
2.2.5.	Presa de terra .....	12
2.2.6.	Execució de les instal·lacions.....	13
2.2.7.	Control .....	13
2.2.8.	Mesures .....	14
2.2.9.	Conservació, manteniment i seguretat.....	14
2.2.10.	Inspeccions inicials prèvies a la posada en servei.....	14
2.2.11.	Controls durant el servei normal.....	15

2.2.12.	Treballs a realitzar anualment .....	15
2.2.13.	Treballs a realitzar periòdicament .....	15
2.2.14.	Registre .....	15
<b>3.</b>	<b>CAPÍTOL 3: SISTEMA D'ENLLUMENAT .....</b>	<b>16</b>
3.1.	Normativa del nivell d'il·luminació .....	16
3.2.	Normativa de distribució .....	16
3.3.	Normativa il·luminació exterior .....	16
<b>4.</b>	<b>CAPÍTOL 4: INSTAL·LACIÓ CONTRA INCENDIS .....</b>	<b>17</b>
4.1.	Generalitats .....	17
4.1.1.	Normativa d'aplicació .....	17
4.2.	Sistema de detecció .....	17
4.2.1.	Central de detecció d'incendis convencional .....	17
4.2.2.	Detectors .....	17
4.3.	Extintors .....	18
4.3.1.	Objecte .....	18
4.3.2.	Normes per a consulta .....	18
4.3.3.	Definicions .....	19
4.3.4.	Assajos .....	19
4.3.5.	Marcats .....	19
4.3.6.	Especificacions relatives als dispositius .....	20
4.3.	Boca d'incendi equipada de 25 mm .....	20
4.3.1.	Objecte .....	20
4.3.2.	Normes per a consulta .....	20
4.3.3.	Definicions .....	21
4.3.4.	Denominació i marques .....	22
4.3.5.	Components .....	22
4.4.	Instal·lació de la xarxa de canonades .....	23
4.4.1.	Descripció i materials .....	23
4.4.2.	Col·locació i muntatge .....	23
4.4.3.	Acabat .....	23
4.5.	Senyalització d'evacuació .....	24
4.5.1.	Normes per a consulta .....	24
<b>5.</b>	<b>CAPÍTOL 5: INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ I CLIMATITZACIÓ .....</b>	<b>25</b>
5.1.	Equips de ventilació: extractors de bany .....	25
5.1.1.	Definició i condicions de les partides d'obra executades .....	25



5.1.2.	Condicions de control d'execució i de l'obra acabada.....	25
5.2.	Climatització.....	26
5.2.1.	Generalitats .....	26
5.2.2.	Condicions tècniques de confort en l'execució .....	27
5.2.3.	Recepció de les instal·lacions .....	27
5.2.4.	Altres consideracions .....	27
5.2.5.	Interpretació.....	28
5.2.6.	Modificacions .....	28
5.2.7.	Condicions de seguretat.....	28
5.2.8.	Unitats especificades.....	29
5.2.9.	Especificacions generals .....	29
5.2.10.	Especificacions mecàniques: Equips fred i calor .....	29



# 1. Capítol 1: Condicions generals

En aquest capítol s'inclou la descripció general del projecte, els criteris i aspectes normatius, legals i administratius a considerar per les empreses que intervinguin en l'execució del projecte.

## 1.1. Origen del plec de condicions

La finalitat d'aquest Plec de Condicions Tècniques consisteix en la determinació i definició dels conceptes que s'indiquen a continuació. L'abast dels treballs a realitzar per l'instal·lador i, per tant, plenament inclosos en la seva oferta.

Materials complementaris per al perfecte acabat de la instal·lació, no relacionats explícitament, ni en el document de mesurament i pressupost, ni en els plànols, però que per la seva lògica aplicació queden inclosos, plenament, en el subministrament de l'instal·lador.

Qualitats, procediments i formes d'instal·lació dels diferents equips, dispositius i, en general, elements primaris i auxiliars.

Proves i assajos parcials a realitzar durant el transcurs dels muntatges. Proves i assajos finals, tant provisionals, com definitius, a realitzar durant les corresponents recepcions.

Les garanties exigides en els materials, en el seu muntatge i en el seu funcionament conjunt.

## 1.2. Conceptes compresos

És competència exclusiva de l'instal·lador i, per tant, queda totalment inclòs en el preu ofertat, el subministrament de tots els elements i materials, mà d'obra, mitjans auxiliars i, en general, tots aquells elements i/o conceptes que siguin necessaris per el perfecte acabat i posada a punt de les instal·lacions, segons es descriuen en la memòria, són representades en els plànols, queden relacionades de forma bàsica en el pressupost i la seva qualitat i característiques de muntatge s'indiquen en el Plec de Condicions Tècniques.

Queda entès que els quatre documents del projecte, és a dir, la memòria, les mesures i pressupost, els plànols i el plec de condicions tècniques formen tot un conjunt. Si fos advertida o existís alguna discrepància entre aquests quatre documents, la seva interpretació serà la que determini la Direcció d'Obra.

Excepte indicació contrària en la seva oferta, el que ha de quedar explícitament indicat en contracte, queda entès que l'instal·lador accepta aquest criteri i no podrà formular cap reclamació per motiu d'omissions i/o discrepàncies entre qualsevol dels quatre documents que integren el projecte.

Qualsevol exclusió, inclosa implícitament o explícitament per l'instal·lador en la seva oferta i que difereixi dels conceptes exposats en els paràgrafs anteriors, no tindrà cap validesa, llevat que en el contracte, d'una forma particular i explícita, es manifesti la corresponent exclusió.

És responsabilitat de l'instal·lador el compliment de tota la normativa oficial vigent aplicable al projecte. Durant la realització d'aquest projecte s'ha posat el màxim esforç possible per complir tota la normativa oficial vigent al respecte. No obstant això, si en el mateix existissin conceptes que es desviessin o no complissin amb aquestes, és obligació de l'instal·lador comunicar en la seva oferta i en la forma que es descriurà més endavant.

Queda, per tant, obligat l'instal·lador a efectuar una revisió del projecte, previ a la presentació de la seva oferta, havent d'indicar, expressament, en aquesta, qualsevol deficiència a aquest respecte o, en cas contrari, la seva conformitat amb el projecte en matèria de compliment de tota la normativa oficial vigent aplicable a aquest.

L'instal·lador efectuarà al seu càrrec el pla de seguretat i el seguiment corresponent als seus treballs, havent de disposar de tots els elements de seguretat, auxiliars i de control exigits per la legislació vigent, tot això amb la deguda coordinació en relació a la resta de l'obra, per la qual cosa serà preceptiva la compatibilitat i acceptació d'aquest treball amb el pla de seguretat general de l'obra i, en qualsevol cas, haurà de comptar amb la conformitat de la Direcció Tècnica i el contractista general.

Queden inclosos també, com a part dels treballs de l'instal·lador, la preparació de tots els plànols d'obra, així com la gestió i preparació de tota la documentació tècnica necessària, inclòs visat i legalitzat de projectes i certificats d'obra, així com la seva tramitació davant els diferents organismes oficials, per tal d'obtenir tots els permisos requerits d'acord a la legislació.

També queden incloses la realització de totes les proves de posada en marxa de les instal·lacions, realitzades segons les indicacions de la direcció d'obra. No es procedirà a efectuar la recepció provisional si tot això no estigués degudament emplenat a satisfacció de la direcció d'obra.

Queda, per tant, l'instal·lador assabentat per aquest plec de condicions que és responsabilitat seva la realització de les comprovacions indicades, previ a la presentació de l'oferta, així com la presentació en temps, mode i forma de tota la documentació esmentada i la consecució dels corresponents permisos. L'instal·lador, en cas de subcontractació, o l'empresa responsable de la seva contractació, no podran formular cap reclamació pel que fa a aquest concepte, ja sigui per omissió, desconeixement o qualsevol altra causa.

### 1.3. Conceptes no compresos

En general, només queden exclosos de realització per part de l'instal·lador els conceptes que responen a activitats d'obra, llevat que en els documents de projecte s'indiqués expressament el contrari. Els conceptes exclosos són els que s'indiquen a continuació:

- Bancades d'obra civil per maquinària.
- Protecció de canalitzacions, el muntatge sigui realitzat per terra. Aquesta protecció es refereix al morter de ciment i sorra o formigó per protegir les esmentades canalitzacions del trànsit de l'obra. La protecció pròpia de la canalització si que queda inclosa en el subministrament.

En general, qualsevol tipus d'obra necessària per al muntatge de les instal·lacions. En particular, l'obertura de regates i posterior rebut de les instal·lacions amb el morter corresponent.

Obertura de buits en sòls, parets, forjats o altres elements d'obra civil o obra per a la distribució de les diferents canalitzacions. Així mateix, queda exclòs el rebut del corresponent passamurs, marcs, bastidors, etc. en els buits oberts. És, però, competència de l'instal·lador, el subministrament del corresponent element a rebre en l'obra civil, ja sigui passamurs, marcs, bastidors, etc. i la determinació precisa de mesures i situació dels buits en la forma i manera que s'indicarà més endavant. Tot això, en temps i manera compatible amb l'execució de la construcció, per evitar qualsevol tipus de modificació i/o ruptures posteriors. Els perjudicis derivats de qualsevol omissió relativa a aquests treballs i accions seran repercutits directament en l'instal·lador.

### 1.4. Interpretació del projecte

La interpretació del projecte correspon en primer lloc a l'enginyer autor del mateix o, si no, la persona que ostenti la Direcció d'Obra. S'entén el projecte en el seu àmbit total de tots els documents que l'integren, és a dir, memòria, plànols, mesures i pressupost i plec de condicions tècniques quedant, per tant, l'instal·lador assabentat per aquest plec de condicions tècniques que qualsevol interpretació del projecte per a qualsevol fi i, entre altres, per a una aplicació de contracte, s'ha d'atendre a les dues figures (Autor o Director), indicades anteriorment.

Qualsevol delegació de l'autor o director del projecte, a efectes d'una interpretació del mateix, s'ha de realitzar per escrit i així sol·licitar-se per la persona o entitat interessada.

## 1.5. Coordinació del projecte

Serà responsabilitat exclusiva de l'instal·lador la coordinació de les instal·lacions de la seva competència. L'instal·lador posarà tots els mitjans tècnics i humans necessaris perquè aquesta coordinació tingui l'adequada efectivitat conseqüent, tant amb l'empresa constructora, com amb els diferents oficis o instal·ladors d'altres especialitats que concorrin en els muntatges de l'habitatge. Per tant, cada instal·lador resta obligat a coordinar les instal·lacions de la seva competència amb les dels altres oficis. Per coordinació de les instal·lacions s'entén la seva representació en plànols d'obra, realitzats per l'instal·lador a partir dels plànols de projecte adaptats a les condicions reals d'obra i el seu posterior muntatge, de manera ordenada, d'acord amb aquests plànols i la resta de documents del projecte.

En aquells punts concurrents entre dos oficis o instal·ladors i que, per tant, pugui ser conflictiva la delimitació de la frontera dels treballs i responsabilitats corresponents a cada un, l'instal·lador s'atindrà al que figuri indicat en projecte o, si no, al que dictamini sobre en particularment la Direcció d'Obra. Queda, per tant, assabentat l'instal·lador que no podrà efectuar o aplicar els seus criteris particulars al respecte.

Totes les terminacions dels treballs hauran de ser netes, estètiques i encaixar dins de l'acabat arquitectònic general de l'edifici. Es posarà especial atenció en els traçats de les xarxes i suports, de manera que aquestes respectin les línies geomètriques i planimètriques de sòls, sostres, parets i altres elements de construcció i instal·lacions conjuntes.

Tant els materials emmagatzemats, com els materials muntats, hauran de romandre prou protegits en obra, a fi que siguin evitats els danys que els puguin ocasionar l'aigua, les escombraries, substàncies químiques, mecàniques i, en general, les afectacions de construcció o altres oficis.

Qualsevol material que sigui necessari subministrar per a la protecció dels equips instal·lats, com ara plàstics, cartrons, cintes, malles, etc., queda plenament inclòs en l'oferta de l'instal·lador. La Direcció d'Obra es reserva el dret a rebutjar tot material que jutgés defectuós per qualsevol dels motius indicats.

A l'acabament dels treballs, l'instal·lador procedirà a una neteja a fons (eliminació de pintura, raspadures, agressions de guix, etc.) de tots els equips i materials de la seva competència, així com a la retirada del material sobrant, retalls, deixalles, etc. Aquesta neteja es refereix a tots els elements muntats i a qualsevol altre concepte relacionat amb el seu treball, no sent causa justificativa per l'omissió de l'anterior, l'afectació del treball d'altres oficis o empresa constructora.

## 1.6. Modificació del projecte

Només podran ser admeses modificacions al que indiquen els documents de projecte per alguna de les causes que es mencionen a continuació.

Així doncs, es podran fer modificacions al projecte existent sempre que sigui per millores en la qualitat, quantitat o característiques del muntatge dels diferents components de la instal·lació, sempre que no quedi afectat el pressupost o, en tot cas, sigui disminuït, no repercutint, en cap cas, aquest canvi amb compensació d'altres materials. Modificacions en l'arquitectura de l'edifici i, conseqüentment, variació de la seva instal·lació corresponent. En aquest cas, la variació d'instal·lacions serà exclusivament la que defineixi la direcció d'obra o, si s'escau, l'instal·lador amb aprovació d'aquella. Per tal de matisar aquest apartat, s'indica que pel terme modificacions s'entenen les modificacions importants en la funció o conformació d'una determinada zona de l'edifici. Les variacions motivades pels treballs de coordinació en obra, degudes als normals moviments i ajustaments d'obra, queden plenament incloses en el pressupost de l'instal·lador, no podent formular cap reclamació per aquest concepte.

Qualsevol modificació al projecte, ja sigui en concepte d'interpretació del projecte, compliment de normativa o per ajustament d'obra, s'haurà d'atenir a allò indicat en els apartats corresponents del plec de condicions tècniques i, en tot cas, haurà de comptar amb el consentiment exprés i per escrit de l'autor del projecte i/o de la Direcció d'Obra. Tota modificació que no compleixi qualsevol d'aquests requisits no tindrà validesa.

## 1.7. Inspeccions

La Direcció d'Obra i/o la propietat podran demanar qualsevol tipus de Certificació Tècnica de materials i/o muntatges. Així mateix, podran realitzar totes les revisions o inspeccions que considerin oportunes, tant en l'habitatge, com en els tallers, fàbriques, laboratoris o altres llocs, on l'instal·lador es trobi realitzant treballs corresponents a aquesta instal·lació. Les esmentades inspeccions poden ser totals o parcials, segons els criteris que la direcció d'obra dictamini sobre això per a cada cas.

## 1.8. Qualitats

Qualsevol element, màquina, material i, en general, qualsevol concepte en el que pugui ser definible una qualitat, aquesta serà la indicada en el projecte, bé determinada per una marca comercial o per una especificació concreta. Si no estigués definida una qualitat, la direcció d'obra podrà triar la que correspongui en el mercat a nivells considerats similars als de la resta dels materials especificats en el

projecte. En aquest cas, l'instal·lador queda obligat, per aquest plec de condicions tècniques, a acceptar el material que li indiqui la Direcció d'Obra.

Si l'instal·lador proposés una qualitat similar a l'especificada en el projecte, correspon exclusivament a la direcció d'obra definir si aquesta és o no similar. Per tant, tota marca o qualitat que no sigui l'específicament indicada en el document de mesurament i pressupost o en qualsevol altre document del projecte ha d'haver estat aprovada per escrit per la direcció d'obra prèviament a la seva instal·lació, podent ser rebutjada, per tant, sense perjudici de cap tipus per a la propietat, si no fos complert aquest requisit.

Tots els materials i equips hauran de ser productes normalitzats de catàleg de fabricants dedicats amb regularitat a la fabricació d'aquests materials o equips i hauran de ser de primera qualitat i del més recent disseny del fabricant que compleixi amb els requisits d'aquestes especificacions i la normativa vigent. Excepte indicació expressa escrita en contra per la direcció d'obra, no s'acceptarà cap material i/o equip que la data de fabricació sigui anterior, en 9 mesos o més, a la data de contracte de l'instal·lador.

Tots els components principals d'equips hauran de portar el nom, l'adreça del fabricant i el model i número de sèrie en una placa fixada amb seguretat en un lloc visible. No s'acceptarà la placa de l'agent distribuïdor.

En aquells equips en els quals es requereixi placa o timbre autoritzats i/o col·locats per la delegació d'indústria o qualsevol altre organisme oficial, serà competència exclusiva de l'instal·lador procurar la corresponent placa i abonar qualsevol dret o taxa exigible al respecte.

Durant l'obra, l'instal·lador queda obligat a presentar a la direcció d'obra tots els materials o mostres que li siguin sol·licitats. En el cas de materials voluminosos, s'admetran catàlegs que reflecteixin perfectament les característiques, acabat i composició dels materials de què es tracti.

## **1.9. Reglamentació d'obligat compliment**

Amb total independència de les prescripcions indicades en els documents del projecte, és prioritari per l'instal·lador el compliment de qualsevol

reglamentació d'obligat compliment que afecti, directament o indirectament, a la seva instal·lació, ja sigui d'àmbit nacional, autonòmic, municipal, de companyies o, en general, de qualsevol que ens pugui afectar a la posada en marxa legal i necessària per a la consecució de les funcions previstes en l'habitatge. El concepte de compliment de normativa es refereix no només al compliment de tota



normativa del propi equip o instal·lació, sinó també al compliment de qualsevol normativa exigible durant el muntatge, funcionament i/o rendiment de l'equip i/o sistema.

És, per tant, competència, obligació i responsabilitat de l'instal·lador la prèvia revisió del projecte abans de la presentació de la seva oferta i, un cop adjudicat el contracte, abans que realitzi cap comanda, ni que executi cap muntatge. Aquesta segona revisió del projecte, a efectes de compliment de la normativa, es requereix tant per si hi hagués hagut una modificació en la normativa aplicable després de la presentació de l'oferta, com si, amb motiu d'alguna modificació rellevant sobre el projecte original, aquesta pogués contravenir qualsevol normativa aplicable. Si això passés, queda obligat l'instal·lador a exposar davant la direcció tècnica i la propietat. Aquesta comunicació ha de fer-se per escrit i lliurada en mà a la direcció tècnica d'obra.

Un cop iniciats els treballs o comandes, els materials relatius a la instal·lació contractada, qualsevol modificació que sigui necessària realitzar per compliment de normativa, ja sigui per oblit, negligència o per modificació d'aquesta, serà realitzada a càrrec total de l'instal·lador i sense cap cost per la propietat o altres oficis o contractistes, reservant aquesta, els drets per reclamació de danys i perjudicis en la forma que es consideri afectada.

Queda, per tant, l'instal·lador assabentat per aquest plec de condicions que no podrà justificar l'incompliment de la normativa per identificació de projecte, ja sigui abans o després de l'adjudicació del seu contracte o per instruccions directes de la direcció d'obra i/o propietat.

## **1.10. Documentació gràfica**

A partir dels plànols del projecte, és competència exclusiva de l'instal·lador, preparar tots els plànols d'execució d'obra, incloent tant els plànols de coordinació, com els plànols de muntatge necessaris, mostrant en detall les característiques de construcció necessàries per al correcte muntatge dels equips i xarxes per part dels seus muntadors, per ple coneixement de la direcció d'obra i dels diferents oficis i empreses constructores que concorren en l'edificació. Aquests plans han de reflectir totes les instal·lacions en detall i al complet, així com la situació exacta de bancades, ancoratges, buits, suports, etc. L'instal·lador resta obligat a subministrar tots els plànols de detall, muntatge i plànols d'obra en general, que li exigeixi la direcció d'obra, quedant aquest treball plenament inclòs en la seva oferta.

Aquests plànols d'obra s'han de fer paral·lelament a la marxa de l'obra i previ al muntatge de les respectives instal·lacions, tot això dins dels terminis de temps exigits per no entorpir el programa general de construcció i acabats, ja sigui per zones o bé sigui general. Independentment d'això, l'instal·lador ha de marcar en l'obra els buits, passos, traçats i, en general, totes aquelles senyalitzacions necessàries, tant per als seus muntadors, com per als altres oficis o empreses constructores.

Segons s'ha indicat en l'apartat 1.2, així mateix, és competència de l'instal·lador, la presentació dels escrits, certificats, visats i plànols visats pel col·legi professional corresponent, per a la legalització de la seva instal·lació davant els diferents ens o organismes. Aquests plànols hauran de coincidir sensiblement amb allò instal·lat en l'obra.

Així mateix, al final de l'obra, l'instal·lador queda obligat a lliurar els plànols de construcció i els diferents esquemes de funcionament i connexionat necessaris perquè hi hagi una determinació precisa de com és la instal·lació, tant en els seus elements vistos, com en els seus elements ocults. El lliurament d'aquesta documentació es considera imprescindible, previ a la realització de qualsevol recepció provisional d'obra.

Qualsevol documentació gràfica generada per l'instal·lador només tindrà validesa si queda formalment acceptada i/o visada per la direcció d'obra, entenent-se que aquesta aprovació és general i no rellevarà de cap manera a l'instal·lador de la responsabilitat d'errors i de la corresponent necessitat de comprovació i adaptació dels plànols per la seva part, així com de la reparació de qualsevol muntatge incorrecte per aquest motiu.

### 1.11. Documentació final d'obra

Previ a la recepció provisional de les instal·lacions, cada instal·lador queda obligat a presentar tota la documentació del projecte, ja sigui de tipus legal i/o contractual, segons els documents de projecte i conforme al que indica en aquest plec de condicions. Com a part d'aquesta documentació, s'inclou tota la documentació i certificats de tipus legal, requerits pels diferents organismes oficials i companyies subministradores. En particular, aquesta documentació es refereix al següent:

- Certificats de cada instal·lació, presentats davant de la Delegació del Ministeri d'Indústria i Energia. Inclou autoritzacions de subministrament, butlletins, etc.
- Certificats de cada instal·lació presentats davant de companyies subministradores.
- Protocols de proves complets de les instal·lacions (original i còpia).
- Manual d'instruccions d'ús (original i còpia), incloent fotocòpies de catàleg amb instruccions tècniques de funcionament, manteniment i conservació de tots els equips de la instal·lació.
- Proposta d'estoc mínim de recanvis.
- Llibre oficial de manteniment legalitzat.
- Projecte actualitzat (original i còpia), incloent plànols *as-built* de les instal·lacions.
- Llibre de l'edifici legalitzat.

## 1.12. Garanties

Tant els components de la instal·lació, com el seu muntatge i funcionalitat, quedaran garantits pel temps indicat per la legislació vigent, a partir de la recepció provisional i, en cap cas, aquesta garantia cessarà fins que sigui realitzada la recepció definitiva. Es deixarà a criteri de la direcció d'obra el fet de determinar, davant d'un defecte de maquinària, la possibilitat de reparació o el canvi total de la unitat.

Aquest concepte s'aplica a tots els components i materials de les instal·lacions, siguin aquests els especificats, de manera concreta, en els documents de projecte o els similars acceptats.

## 1.13. Seguretat i prevenció

Durant la realització de l'obra s'estarà d'acord en tot moment amb el *Reglament de Seguretat i Higiene en el Treball* i, en general, amb totes aquelles normes i ordenances encaminades a proporcionar el més alt grau de seguretat, tant al personal, com al públic en general.

L'instal·lador efectuarà al seu càrrec el pla de seguretat i el seguiment corresponent als seus treballs, havent de disposar de tots els elements de seguretat, auxiliars i de control exigits per la legislació vigent. Tot això amb la deguda coordinació en relació a la resta de l'obra, pel que serà preceptiva la compatibilitat i acceptació d'aquest treball amb el pla de seguretat general de l'obra i, en qualsevol cas, ha de tenir la conformitat de la Direcció Tècnica responsable d'obra d'aquesta matèria i el contractista general. En qualsevol cas, queda assabentat l'instal·lador, per aquest plec de condicions tècniques, que és de la seva total responsabilitat vigilar i controlar que es compleixen totes les mesures de seguretat descrites en el pla de seguretat, així com les normes relatives a muntatges i altres indicades en aquest apartat.

L'instal·lador col·locarà proteccions adequades en totes les parts mòbils d'equips i maquinària, així com baranes rígides en totes les plataformes fixes i/o mòbils que instal·li per sobre del sòl, a fi de facilitar la correcta realització de les obres de la seva competència.

Tots els equips i aparells elèctrics usats temporalment a l'obra seran instal·lats i mantinguts d'una manera eficaç i segura i inclouran la seva corresponent connexió de posada a terra. Les connexions als quadres elèctrics provisionals es faran sempre amb clavilles, quedant prohibida la connexió amb borns nues.

## 2. Capítol 2: Treballs en baixa tensió

En aquest capítol es detallen les condicions tècniques que hauran de complir els materials i equips de la instal·lació elèctrica així com les especificacions d'execució.

### 2.1. Generalitats

Es complirà amb allò exposat a la secció d'electricitat del plec de condicions del projecte executiu d'obres previ a aquest projecte. El present plec de condicions del projecte no pretén abastar tots els detalls constructius i dels equips. El contractista subministrarà i instal·larà tots els elements que siguin necessaris per acabar totalment el treball, estigui o no particularment especificat aquest.

#### 2.1.1. Materials

Tots els equips especificats seran nous i construïts per fabricant de qualitat reconeguda. Els materials i equips estaran dissenyats i construïts de forma que siguin adequats per a la seva instal·lació en les condicions operatives i ambientals de la instal·lació a cada zona determinada.

El color i pintura dels equips seran determinats per la propietat o per la direcció facultativa.

El contractista considerarà també en els seus preus totes les despeses que es deriven del fet d'haver d'acoblar i connectar els materials.

Els materials que s'instal·len hauran de posseir els certificats oportuns complimentats per un Organisme Oficial del país d'origen o per el fabricant mateix (declaració de conformitat CE). El contractista podrà proposar variants i solucions alternatives al projecte i o/a materials especificats, degudament justificats.

Es recopilaran les còpies de sol·licitud i acceptació del subministrament del material per el contractista i proveïdor respectivament, amb albarà de recepció, Certificat de Fabricació i Probes dels lots subministrats. Subministrament d'unitats, segons tipus i característiques, sense defectes superficials de fabricació o de transport.

La manipulació i l'emmagatzematge dels materials es farà segons les prescripcions del fabricant.

### 2.1.2. Cablejat

Els cables no presentaran empalmes i la seva secció serà uniforme, exceptuant les connexions a proteccions de comptadors, seccionadors, o aparellatge vari i compliran amb les ITC's del reglament que s'ocupa, segons la part de la instal·lació.

### 2.1.3. Connexions

En cap cas, es permetrà la unió de conductors mitjançant connexions i/o derivacions per simple torsió o enrotllament entre sí dels conductors, sinó per la via de dispositius adequats a tal efecte dintre de caixes.

### 2.1.4. Identificació

Se seguirà el codi de color de la *ITC-BT-19*:

- Fases: Marró, negre i gris.
- Neutre: Blau clar.
- Protecció: Verd-groc.

### 2.1.5. Soterrats

Tots els cables soterrats (directament o dintre de tubs), aniran degudament senyalitzats per medi d'una cinta indicadora soterrada aproximadament a 10cm del nivell del terra.

Els cables soterrats estaran a una distància no inferior als 60cm sota vorera i als 80cm sota calçada. En el suposat que ens ocupa, la derivació individual estarà a 80cm.

A l'entrada de les arquetes, els tubs quedaran degudament segellats en els seus extrems per a evitar l'entrada de rosegadors i d'aigua.

En creuaments, proximitats i paral·lelismes amb altres canalitzacions i cables es compliran les distàncies prescrites en el punt 2.2. de la *ITC-BT-07*, de manera resumida seran:

- Amb altres cables d'energia elèctrica: La distància mínima entre cables serà de 0,25m per cables d'alta tensió i de 0,1m amb cables de baixa tensió. Si no es poden respectar aquestes distàncies els cables aniran entubats.

### 2.1.6. Canalitzacions

Els tubs, les canals protectores i les safates compliran amb l'especificat en la memòria tècnica. Els conductors s'instal·laran aïllats a l'interior de tubs, en superfície, complint *ITC-BT-21* (Instal·lacions interiors o receptores, tubs i canals protectors), i la norma UNE-EN 50.086, segons les seves prescripcions particulars segons sigui el tipus d'instal·lació d'aquests.

## 2.2. Quadres i caixes

### 2.2.1. Armari de formigó prefabricat

Per escomeses subterrànies el CPM s'instal·larà en un armari prefabricat en paret que es tancarà amb una porta preferentment metàl·lica, amb un grau de protecció IK 10 segons UNE-EN 50102, seguint les prescripcions de la companyia.

### 2.2.2. Caixa General de Protecció

Dintre de l'armari prefabricat de la nau industrial s'instal·larà una caixa general de proteccions. Segons la companyia subministradora de 160 A.

### 2.2.3. Equip de Mesura

Dins de l'armari prefabricat de formigó es preveurà un espai en el qual s'instal·larà també l'equip de mesura TMF1.

### 2.2.4. Enllumenat

Tots els aparells d'enllumenat es subministraran amb tots els seus elements complits (encebadors, condensadors, reactàncies). Complint les normes UNE de referència.

Els aparells a instal·lar a la intempèrie estaran dissenyats per a aquest ús, de construcció sòlida i resistent a la humitat impedit el pas al seu interior. Complint les normes UNE de referència.

### 2.2.5. Presa de terra

- En el punt baix del quadre principal d'entrada es situarà l'arqueta de connexió que s'utilitza per a poder registrar els valors de la resistència de terra.
- El born principal de terra, segons les normes NTE, ha de ser de coure recobert de cautxú de 25mm x 330mm i 6mm d'espessor amb recolzaments de material aïllant.

- A l'embarrat de la presa de terra, es connectarà tot sistema de canonades metàl·liques accessibles, tota massa metàl·lica important i tota massa metàl·lica accessible dels aparells receptors.
- Els cables de terra es soldaran amb soldadura d'alt punt de fusió, com per exemple la aluminotèrmica.
- El born principal de terra ha de permetre que, amb utensilis apropiats, es puguin separar aquests circuits, amb la finalitat de poder efectuar la mesura de la resistència de terres.

### **2.2.6. Execució de les instal·lacions**

Totes les normes d'instal·lació s'ajustaran, en tot cas als plànols, mesures i qualitats que s'expressen, així com a les directrius i canvis que la direcció facultativa estimi oportuns.

El contractista estudiarà els treballs a realitzar per a ajustar el seu treball al d'altres oficis necessaris.

A més de les condicions de l'exposat, les instal·lacions s'ajustaran a les normatives que li afectin, emanades d'organismes oficials i en particular de les de la companyia subministradora.

La instal·lació interior respectarà les distàncies mínimes a sostres, terres, paramentes verticals o obertures dels locals dels receptors (enllumenat, interruptors i endolls), i cablejat i caixes de derivació d'aquests.

L'emmagatzematge de materials es farà de forma que aquests no pateixin alteracions durant el seu dipòsit en la obra, retirant i reemplaçant tots els que pateixin alguna descomposició o defecte durant la seva estància, manipulació o col·locació a la obra.

Els plànols que figuren en el projecte són indicatius de la disposició dels equips i donen una idea de l'abast global del treball.

És responsabilitat del contractista situar exactament els equips i aparells en funció de l'arquitectura i interferències que es presenten amb altres contractistes (en cas de conflicte la decisió serà de la Direcció d'Obra), i en compliment de les prescripcions particulars de la companyia (CPM, DI), i de la Direcció d'Obra.

### **2.2.7. Control**

La Direcció facultativa podrà realitzar totes les revisions i inspeccions que cregui convenient, tant en obra com en tallers, laboratoris, etc. on l'instal·lador es trobi realitzant els treballs relacionats amb aquesta instal·lació, estant aquestes revisions totals o parcials segons els criteris de la Direcció facultativa per la bona marxa d'aquesta.

Amb independència dels controls que pugui estimar necessaris la Direcció facultativa, l'instal·lador està obligat a realitzar totes les instal·lacions d'acord amb l'indicat en el Reglament per a baixa tensió, ITC's i normes UNE relacionades.

Es realitzarà un examen de l'aspecte general dels materials, sense que s'apreciïn defectes de fabricació o de transport.

#### **2.2.8. Mesures**

Les mesures que es realitzaran són les següents:

- En aparells receptors, proteccions, caixes i aparellatge, per unitats a instal·lar.
- En cables i canalitzacions, incloent la part proporcional d'accessoris, recolzes i petit material, per metres a instal·lar.

#### **2.2.9. Conservació, manteniment i seguretat**

Abans d'intervenir, en la reposició o reparació de qualsevol element, es deixaran sense tensió els circuits afectats o tota la instal·lació abans de manipular la instal·lació.

#### **2.2.10. Inspeccions inicials prèvies a la posada en servei**

En cas que sigui necessària l'elaboració de projecte firmat per tècnic competent per a la legislació de la instal·lació, abans de la seva posada en servei, serà necessària una inspecció inicial per part d'una entitat col·laboradora EIC, per contra, el mateix instal·lador realitzarà les verificacions finals necessàries:

- La naturalesa i característiques dels conductors utilitzats.
- El possible dany visible dels materials empleats que puguin afectar la seguretat o el correcte funcionament de la instal·lació.
- Les seccions dels conductors en relació a les caigudes de tensió admissibles.
- La identificació dels diferents conductors (fases, neutre i protecció).
- El connexionat dels conductors.
- El número de circuits mínims requerits.
- Les proteccions contra contactes directes i indirectes.
- L'aïllament de les instal·lacions.
- Continuitat i connexionat dels conductors de protecció i característiques d'aquestes.
- La idoneïtat dels aparells receptors de la instal·lació.
- L'accessibilitat per la comoditat de funcionament i manteniment.



### **2.2.11. Controls durant el servei normal**

Els controls que es duren a terme durant el servei normal són els següents:

- Verificació visual de la instal·lació.
- Verificació del funcionament dels aparells (receptors, proteccions, terra, etc.).
- La propietat portarà a terme la neteja periòdica de les diferents parts de la instal·lació.

### **2.2.12. Treballs a realitzar anualment**

Es procedirà a fer una comprovació de la presa de terra, per part de personal tècnicament competent, en l'època de l'any en la qual el terreny sigui més sec. Mesurant la resistència de terra, i reparant amb caràcter urgent els defectes que es trobin.

Es procedirà a fer una comprovació visual de la instal·lació, per part de personal tècnicament competent. Observant en detall el seu estat de neteja, si existeix presència d'òxid, humitat, cremades, ennegriment, trencaments, punts calents, connexions fluïxes, làmpades, reactàncies, condensadors, arrencadors, proteccions, preses de corrent, etc.

### **2.2.13. Treballs a realitzar periòdicament**

En cas de que la instal·lació requereixi inspecció inicial, cada 5 anys, s'haurà de fer la revisió Oficial per part dels Serveis d'Indústria o d'una EIC (entitat col·laboradora).

### **2.2.14. Registre**

Es portarà un llibre de la instal·lació, anotant les incidències i els manteniments realitzats, i els pròxims a realitzar.

### **3. Capítol 3: Sistema d'enllumenat**

En aquest capítol es detallen les condicions tècniques que hauran de complir els materials i equips que componen el sistema d'enllumenat de la nau industrial.

#### **3.1. Normativa del nivell d'il·luminació**

El nivell d'il·luminació que per normativa ha de tenir cada zona, anirà en funció de l'activitat a la que estigui destinada cada àrea.

El nivell d'il·luminació ve definit per normativa mitjançant un valor mínim de lux i un valor recomanable.

#### **3.2. Normativa de distribució**

Les lluminàries han de distribuir-se de manera que s'adaptin a les condicions del local proporcionant un repartiment uniforme de la il·luminació.

La separació entre lluminàries vindrà definida per aquest repartiment uniforme de flux lluminós.

La normativa obliga a que la distància entre lluminàries sigui inferior al producte de 1,4 per l'altura en metres.

Les làmpades que es distribueixin, s'instal·laran amb muntatge superficial. La col·locació de les lluminàries serà justament per sota de l'eix longitudinal del sostre i la orientació serà paral·lela a aquest eix.

#### **3.3. Normativa il·luminació exterior**

La il·luminació exterior s'instal·larà d'acord amb la prevenció lumínica i complirà amb la Llei 6/2001, de 31 de maig d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, i el Decret 190/2015, de 25 d'agost, de desplegament de la Llei esmentada.

## 4. Capítol 4: Instal·lació contra incendis

En aquest capítol es detallen les condicions tècniques que hauran de complir els materials i equips de la instal·lació de contra incendis.

### 4.1. Generalitats

#### 4.1.1. Normativa d'aplicació

La instal·lació contra incendis es realitzarà prenent les mesures de seguretat establertes pel *Reglament de Seguretat contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI)*, el *Reglament d'Instal·lacions de Protecció Contra Incendis (RIPCI)* i el *Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi (DB SI)* del *Codi Tècnic de l'Edificació*.

### 4.2. Sistema de detecció

#### 4.2.1. Central de detecció d'incendis convencional

El número d'unitats serà es previstes segons la documentació gràfica del projecte. Es comprovarà que la seva situació es correspongui amb la detallada amb la documentació gràfica del projecte i que existeix espai suficient per la seva instal·lació.

La seva instal·lació s'executarà per empreses instal·ladores autoritzades per l'exercici de l'activitat. Les seves fases d'execució seran les següents:

- Replantejament.
- Fixació a la paret.
- Connexió a la xarxa elèctrica i al circuit de detecció.
- Col·locació i connexionat de bateries.

La central de detecció d'incendis haurà de ser accessible i es protegirà contra la humitat i contacte de materials agressius.

#### 4.2.2. Detectors

El número d'unitats serà es previstes segons la documentació gràfica del projecte. Es comprovarà que la seva situació es correspongui amb la detallada amb la documentació gràfica del projecte i que existeix espai suficient per la seva instal·lació.

La seva instal·lació s'executarà per empreses instal·ladors autoritzades per l'exercici de l'activitat. Les seves fases d'execució seran les següents:

- Replantejament.
- Fixació a la base.
- Muntatge del detector.
- Connexionat.

Els detectors es protegiran contra la humitat i el contacte amb materials agressius.

## 4.3. Extintors

### 4.3.1. Objecte

Seguidament es fa menció a totes les normes exigibles i d'obligat compliment per l'equip d'extintors.

### 4.3.2. Normes per a consulta

Els extintors portàtils compliran la norma UNE 23-1 10. Aquesta norma inclou les disposicions procedents d'altres normatives, mitjançant referència datada o no; qualsevol modificació o revisió efectuada en les normes de referència seran d'aplicació a la mencionada norma únicament quan a les referències no datades hagi d'aplicar-se la última edició o revisió de la norma en qüestió.

Les normes que s'hauran de complir són les citades a continuació:

- EN 3-1: Designació. Duració de funcionament; llars tipus de les classes A i B.
- EN 3-2: Estantitat. Assaig dielèctric. Assaig d'assentament. Disposició especial.
- EN 3-4: Càrregues. Llars mínims exigibles.
- EN 3-5: Especificacions i assajos complementaris.
- EN 3-6: Procediments per a l'avaluació de la conformitat dels extintors portàtils amb la Norma EN-3, parts 1 a 5.
- ISO 2604: Productes d'acer per a aplicacions a pressió. Especificacions de qualitat. Part2: Tubs laminats sense soldadura.
- ISO 2604: Plàstics. Determinació dels canvis de color i de les variacions de propietat després de l'exposició a la llum natural sota vidre, als agents atmosfèrics o a la llum artificial.
- Dir.84/525: Directiva del Consell del 17 de setembre de 1984 sobre l'harmonització de les legislacions dels Estats Membres relatives a les ampolles de gas sense soldadura d'alumini no aliat i d'alumini aliat.

#### 4.3.3. Definicions

a) Ampolla

Cos de l'extintor no proveït dels seus accessoris però proveït de tots els seus components soldats.

b) Pressió de servei

Pressió màxima de funcionament mesurada a 60 i 30 segons després de l'alliberació de l'agent propulsor a l'interior del cos de l'extintor.

c) Pressió de trencament

Pressió mínima d'inestabilitat plàstica assolida durant el curs d'un assaig de trencament a pressió.

#### 4.3.4. Assajos

A continuació es nombren els tipus d'assajos que han de complir les ampolles d'acer no aliat segons les normes:

- Assaig de trencament sota pressió.
- Assaig de resistència mecànica (assaig d'aixafament).
- Assaig de pressió de prova.
- Examen macroscòpic.
- Examen visual de soldadura.

Haurà de tenir-se en compte que aquests assajos s'han de realitzar a un número mínim de 10 ampolles.

#### 4.3.5. Marcat

L'ampolla de cada extintor haurà de portar inscripcions amb les dades que es mostren a continuació:

a) Marques aplicades al metall del cos per embotició o gravat:

- Marca del fabricant.
- Número de sèrie o de lot.
- Any de fabricació.
- Pressió de prova en bars.

b) Marques que hauran de resistir les manipulacions normals de fabricació i d'utilització conservant una correcta llegibilitat:

- Massa real en buit en grams.
- Massa teòrica amb càrrega en grams.
- Massa de CO<sub>2</sub> en grams, o pressió de càrrega del gas comprimit en bars.
- Any de fabricació.
- Marca o nom del fabricant.

#### 4.3.6. Especificacions relatives als dispositius

Per a posar en funcionament l'extintor no serà necessari repetir qualsevol moviment mecànic de posada en funcionament. La força necessària per a accionar els dispositius de posada en servei no ha de sobrepassar els valors fixats a la següent taula:

*Taula 1.- Força màxima per a accionar els dispositius*

TIPUS DE DISPOSITIU	FORÇA MÀXIMA REQUERIDA PER A L'ACCIONAMENT
Operació de tir realitzada amb un dit	100 N
Operació de tir realitzada amb una mà	200 N (*)
Operació de tir realitzada per percussió	400 N

(\*) En el cas d'extintors de CO<sub>2</sub> està permès un augment de força sense arribar a sobrepassar els 300 N.

### 4.3. Boca d'incendi equipada de 25 mm

#### 4.3.1. Objecte

Seguidament, es fa menció a les característiques tècniques que han de complir les boques d'incendis equipades (BIE) d'ús interior, amb mànega semirígida de diàmetre 25mm. Estaran construïdes d'acord a la norma UNE 23-403.

#### 4.3.2. Normes per a consulta

Les normes a consultar són les següents:

- UNE 1-1 15 Colors i senyals de seguretat.
- UNE 19-802 Vàlvules de globus de tancament, de globus de retenció i tancament, de retenció i de comporta d'aliatges de coure. Característiques i mètodes d'assaig.
- UNE 23-033/1 Seguretat contra incendis. Senyalització.
- UNE 23-091/1 Màngues d'impulsió per la lluita contra incendis. Part 1. Generalitats.

- UNE 23-091/3A Mànegues d'impulsió per la lluita contra incendis. Part 3A. Mànega semirígida per a servei normal de diàmetre 25 mm.
- UNE 23-400/1 Material de lluita contra incendis. Ràcords de connexió de 25 mm.
- UNE 23-400/5 Material de lluita contra incendis. Ràcords de connexió. Procediment de verificació.
- UNE 36-016 Acers inoxidables, forjats o laminats d'ús general.

#### 4.3.3. Definicions

a) Boca d'Incendi Equipada

Conjunt d'elements necessaris per a transportar i projectar aigua des d'un punt fixa d'una xarxa d'abastiment d'aigua fins el lloc del foc, incloent una debanadora giratòria d'alimentació axial, una vàlvula de secció, una longitud unitària de mànega semirígida, una llança broquet i opcionalment un armari de protecció del conjunt.

b) Armari

Caixa de protecció contra el deteriorament ambiental o provocat dels elements que componen la BIE.

c) Suport de la mànega

Estructura que sosté la mànega i permet la seva extensió amb facilitat i rapidesa.

d) Vàlvula

Element a efectes d'obrir o tancar el pas de l'aigua.

e) Mànega semirígida

S'anomena semirígida a una mànega que conserva la seva secció relativament circular, tant si està o no sotmesa a pressió interior.

f) Ràcord de connexió

Acoblament ràpid per a la unió entre mànegues o d'aquestes amb vàlvules o llances d'aigua.

g) Llança

Element intermedi de forma cilíndrica o cònica, que uneix la broqueta amb el ràcord o la mànega per a facilitar el seu maneig.

h) Broqueta

Element per on surt projectada l'aigua amb un caudal determinat i que permet variar els efectes des d'un raig compacte a un con d'aigua polvoritzada amb un angle determinat.

i) Llança broqueta

Conjunt de llança i broqueta o broqueta sola en el cas en que vagi directament incorporada al ràcord que l'haurà d'unir a la mànega.

#### 4.3.4. Denominació i marques

La BIE portarà marcat en un lloc accessible per a la seva identificació, el número de la norma, diàmetre, longitud de la mànega i nom del fabricant.

Es considerarà fabricant a qui efectui el muntatge final de tots els elements que la componen. Aquesta marca estarà gravada amb caràcters indesitjables sobre una superfície metàl·lica.

#### 4.3.5. Components

a) Armari i suport de la mànega

El suport de la mànega serà de debanadora giratòria que permetrà l'extensió de tota la mànega. L'alimentació serà axial i permetrà el pas de l'aigua amb la mànega enrotllada. El tambor cilíndric sobre el que es recolzarà la primera sèrie d'espines de la mànega serà regular i continu en tot el seu perímetre i de diàmetre superior a 20 cm.

El suport de la mànega no tindrà cap tipus de dispositiu de bloqueig.

La totalitat de la mànega haurà de poder extreure en qualsevol direcció horitzontal, per lo qual haurà de poder orientar-se la extracció per medi d'un dispositiu de canvi de direcció o mitjançant el desplaçament de la debanadora en un arc amb angle mínim de 120°.

Els components del dispositiu de pas d'aigua axial a través de l'eix de la debanadora fins la mànega no podran ser d'aliatges ferris, excepte si és acer inoxidable F-3504, segons la norma UNE 36-016.

Portarà el rètol "Rómpase en caso de incendio" en lletres com a mínim de 20 mm d'alçada i 15 mm d'amplada. Si el pla frontal és irrompible portarà el símbol de "Boca de Incendio Equipada" segons la



norma UNE 23-022/1, senyal número 14 de dimensions mínimes de 224 mm per 224 mm. El rètol o símbol, així com les parts pintades de l'armari i debanadora seran el vermell de la norma UNE 1-115.

b) Vàlvules

La vàlvula manual serà segons la norma UNE 19-802 del tipus de globus d'extrems roscats DN 1" i PN-20.

c) Mànega

Complirà les normes UNE 23-091/3A.

d) Ràcord

Acoblament ràpid per la unió entre mànegues o d'aquestes amb vàlvules o llances d'aigua.

e) Llança broqueta

El conjunt llança broqueta haurà de portar incorporat un dispositiu per a tallar el pas de l'aigua.

## **4.4. Instal·lació de la xarxa de canonades**

### **4.4.1. Descripció i materials**

La xarxa està formada en la seva totalitat per canonades d'acer galvanitzat segons la norma DIN 2439, efectuant-se les pertinents unions i connexions a través d'accessoris d'igual qualitat.

Tindran que suportar sense pèrdues ni exsudacions les proves de resistència mecànica i d'estanquitat reglamentàries.

### **4.4.2. Col·locació i muntatge**

Es prendran les disposicions adequades per a que en la seva col·locació no sigui necessari pressionar-les o flexionar-les; per això es tallaran a la mesura adequada a peu d'obra, fent les unions de les mateixes als accessoris amb cinta de tefló, fent-se per a això els fils de rosca precisos, per a que quedi completament dintre de la peça o accessoris corresponents.

### **4.4.3. Acabat**

Es pintaran en tot el seu recorregut amb colors normalitzats UNE. La instal·lació serà vista.

## 4.5. Senyalització d'evacuació

### 4.5.1. Normes per a consulta

Les normes a consultar són les següents:

- UNE 23-033-1:1981 Senyalització de seguretat contra incendis.
- UNE 23-034-1:1988 Senyalització de les vies d'evacuació.
- UNE 23-035-1:1995 Senyalització fotoluminiscent.
- UNE 81-501:1981 Senyalització de seguretat en els llocs de treball.

## 5. Capítol 5: Instal·lació de ventilació i climatització

En aquest capítol es detallen les condicions tècniques que hauran de complir els materials i equips de la instal·lació de ventilació i climatització així com les especificacions d'execució.

### 5.1. Equips de ventilació: extractors de bany

#### 5.1.1. Definició i condicions de les partides d'obra executades

S'ha considerat els següents tipus de col·locació:

- a) Encastrats a la paret.
- b) Encastrats al fals sostre.

L'execució de la unitat d'obra inclou les següents operacions:

- a) Encastrats a la paret
  - Fixació de l'extractor amb tacs i cargols al buit corresponent
  - Connexió a la xarxa elèctrica.
  - Prova de servei.
- b) Encastrats al fals sostre
  - Fixació de l'extractor amb tacs i cargols al buit corresponent
  - Connexió a la xarxa elèctrica.
  - Prova de servei.

Pels dos tipus de col·locació, s'aprofitaran els trepants existents en el marc de l'extractor.

#### 5.1.2. Condicions de control d'execució i de l'obra acabada

##### 5.1.2.1. Control d'execució

Les feines de control a realitzar son les següents:

- Comprovació de la correcta implantació dels equips en obra.
- Control del procés del muntatge, verificar la correcta execució de la instal·lació.
- Verificació que les vibracions no es transmetin al conducte.
- Verificació que els elements de subjecció tenen la mateixa resistència que la exigida a l'extractor.

- Control específic dels extractors: situació dels extractors, verificació de la no existència de sorolls anormals i actuació d'elements de control.

#### 5.1.2.2. Control de l'obra acabada

Les feines de control a realitzar són les següents:

- Control específic dels extractors, comprovació del funcionament del motor, consum, cabal i soroll.
- Manteniment de la instal·lació.
- Realització d'un informe amb els resultats del control efectuat.

#### 5.1.2.3. Criteris de la presa de mostres

Es comprovaran totes les unitats de ventilació.

#### 5.1.2.4. Interpretació de resultats i d'incompliment

En cas de resultats negatius i anomalies, es corregiran els defectes sempre que sigui possible, en cas contrari, es substituirà el material afectat.

## 5.2. Climatització

### 5.2.1. Generalitats

El muntatge de les instal·lacions, les condicions que han de complir aquestes i els locals que les allotgen s'adaptaran al *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE)*.

Les instal·lacions disposaran d'aïllament tèrmic per motius d'estalvi energètic. Disposaran també d'un sistema de regulació automàtic i dispositius de seguretat i equipament.

En funció de la font energètica utilitzada hauran de complir el que requereixi la reglamentació vigent respecte a aquestes energies.

El comportament dels equips i components de les instal·lacions així com els valors de funcionament, hauran d'estar dins del compliment del *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (RITE)* i altres reglamentacions que afectin, quedant admesa la responsabilitat directa de fabricant, proveïdor o mantenidor autoritzat en el cas que això no es produeixi i eximida la responsabilitat de l'enginyer de mines autor del Projecte i de l'Enginyer de Mines Director d'Obra.

## **5.2.2. Condicions tècniques de confort en l'execució**

La temperatura mesurada a 1,5 m del terra en el centre del local estarà compresa entre 18 i 22 °C, la temperatura resultant mesurada a 1,8 m del terra no serà superior a 2 °C ni inferior a 4 °C a la resultant nivell de terra.

Pel funcionament de les instal·lacions no podran produir-se pertorbacions per vibracions i sorolls majors a les citades en I.T.E.-02.2.3 o, si no en altres reglamentacions nacionals, autonòmiques, provincials o municipals si aquestes fossin més restrictives.

En instal·lacions amb ventilació mecànica i tractament d'aire exterior no s'admetran concentracions de contaminació superiors a les indicades en g/m<sup>3</sup>.

## **5.2.3. Recepció de les instal·lacions**

### **5.2.3.1. Proves a realitzar**

En l'aplicació de la ITE 064 en els seus diferents aparats, es dura a terme les proves específiques a l'acte de la recepció provisional

- Proves de marxa correcta.
- Prestacions de confortabilitat.
- Exigències d'ús racional de l'energia.
- Proves de contaminació ambiental.
- Proves de seguretat.
- Comprovació dels sistemes de senyalització de les canonades.

### **5.2.3.2. Manteniment de la instal·lació**

Un cop realitzada la posada en marxa de la instal·lació el titular de la mateixa serà el responsable de seguir el procés de manteniment indicat en la ITE 08.

## **5.2.4. Altres consideracions**

Tots els elements que s'incorporen seran de primera qualitat, distribuïts fabricats per firmes solvents i de reconeguda serietat, contrastats en el mercat, àmpliament i experimentats, disposant de recanvis d'absolutament tots els components electromecànics, de manera que les garanties, serveis postvenda i manteniment es cobreixen àmpliament.

### **5.2.5. Interpretació**

S'entén en aquest Projecte que l'Instal·lador està capacitat per a la interpretació del Projecte en la seva totalitat, o, si no té personal al seu servei per interpretar tots els documents del mateix.

### **5.2.6. Modificacions**

Si en el transcurs del treball fos necessari, qualsevol classe de modificació que no estigués especificat en aquest plec de condicions o en el Projecte, l'instal·lador s'obligarà a executar d'acord amb la instruccions que a l'efecte rebi del Director Tècnic de la instal·lació, produint-automàticament la corresponent modificació en el Projecte, si això tingués lloc.

Durant el transcurs d'execució, el Director Tècnic de la instal·lació donarà les instruccions necessàries i suficients per a la bona realització de la mateixa, entenent-se que és obligació l'instal·lador el donar compliment a les mateixes i consultar-li quantes vegades calgui, tot detall que no li resultés clar i comprensible.

### **5.2.7. Condicions de seguretat**

#### **5.2.7.1. Personal d'obra**

Tot operari que per raó del seu ofici hagi d'intervenir en la instal·lació, té dret a reclamar de la seva direcció tots aquells elements que d'acord amb la legislació vigent, en garanteixin la seguretat personal durant la preparació i execució dels treballs.

L'instal·lador exigirà en els seus operaris l'ús dels elements de seguretat.

#### **5.2.7.2. Instal·lador**

Es obligació de l'instal·lador complir amb les normatives i vigents, respecte els honoraris, jornals i segurs sent només el responsable de les sancions que dona del seu incompliment poguessin derivar-se.

#### **5.2.7.3. Propietari**

El propietari o contractista té l'obligació de facilitar a l'instal·lador un exemplar complet del present Projecte a fi que pugui fer-se càrrec de totes i cadascuna de les obligacions que s'especifiquen en aquest Plec.

### **5.2.8. Unitats especificades**

En tot el que no estigui especificat a la Memòria o Plec de Condicions estarà d'acord al que s'especifica a judici del Director Tècnic de la Instal·lació. En aquesta especificació es recullen les característiques exigibles als materials i equips utilitzats en la instal·lació de Climatització pel que fa a criteris de seguretat, fiabilitat, rendiment i protecció del medi ambient.

### **5.2.9. Especificacions generals**

En aquesta especificació es recullen les característiques exigibles als materials i equips utilitzats en la instal·lació de Climatització pel que fa a criteris de seguretat, fiabilitat, rendiment i protecció del medi ambient.

#### **5.2.9.1. Aspectes tècnics**

Es recullen a continuació les prescripcions comunes a tots els elements i equips que componen a la instal·lacions de Climatització.

En general tot material i equip estarà construït de manera que es garanteixi, degudament, la seguretat de les persones, de l'edifici i de les altres instal·lacions que puguin ser afectades per el seu funcionament o per una fallada del mateix, així com la salubritat de l'ambient interior i exterior a què aquest equip o material pugui afectar.

### **5.2.10. Especificacions mecàniques: Equips fred i calor**

#### **5.2.10.1. Condicions generals**

Els equips de producció generen fred i calor que transportats en aigua o salmorra alimenten les bateries dels elements emissors: climatitzadors, ventiloconvectors, aerotermos o inductors. Es componen, almenys, de: condensador, evaporador, circuit frigorífic, compressor i controls automàtics amb el seu panell.

Es subministraran amb la càrrega inicial del refrigerant.

Aquests equips hauran de complir amb el que especifiqui el *Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE)*.

### 5.2.10.2. Canalitzacions

Les canonades estaran instal·lades de manera que el seu aspecte sigui net i ordenat, disposades en línies paral·leles o als esquadra amb els elements estructurals de l'edifici o amb tres eixos perpendiculars entre si.

Les canonades horitzontals, en general, hauran d'estar col·locades el més pròximes al sostre o al sòl, deixant sempre espai suficient per manipular l'aïllament tèrmic.

La folgança entre canonades o entre aquestes i els paraments, un cop col·locat l'aïllament necessari, no serà inferior a 3 cm.

L'accessibilitat serà tal que pugui manipular o substituir una canonada sense haver de desmuntar la resta.

En cap moment es debilitarà un element estructural per poder col·locar la canonada, sense autorització expressa del director de l'obra d'edificació





TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Elèctrica

## INSTAL·LACIONS D'UNA NAU INDUSTRIAL



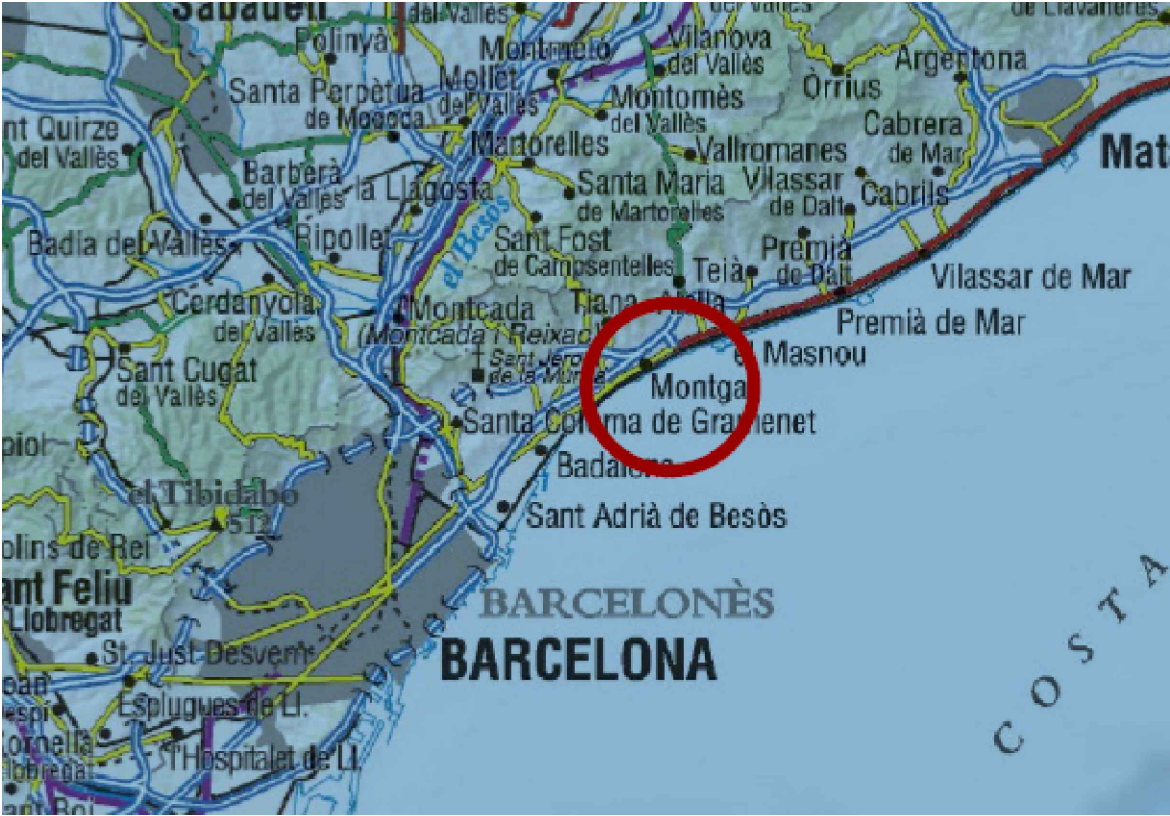
### ANNEX II: Plànols i esquemes unifilars


**Autor:** Ferran Nogués Grangé  
**Director:** Juan Antonio García-Alzórriz  
**Convocatòria:** Juny 2018

# Índex

## PLÀNOLS I ESQUEMES UNIFILARS


1. Situació.
2. Emplaçament.
3. Vista exterior de la nau industrial amb cotes.
4. Secció del perfil de la nau industrial amb cotes.
5. Distribució interior amb cotes planta baixa i altells.
6. Instal·lació elèctrica i enllumenat de la planta baixa.
7. Instal·lació elèctrica i enllumenat dels altells.
8. Representació de la CPM i esquema unifilar instal·lació d'enllaç.
9. Instal·lació de posta a terra.
10. Instal·lació contra incendis de la planta baixa.
11. Instal·lació contra incendis dels altells.
12. Evacuació de la planta baixa.
13. Evacuació dels altells.
14. Instal·lació de ventilació i climatització de la planta baixa.
15. Instal·lació de ventilació i climatització dels altells.
16. Esquema unifilar instal·lació d'enllaç i QGBT.
17. Esquema unifilar del SQ1: Zona oficina administrativa de l'altell 2.
18. Esquema unifilar del SQ2: Taller sala davant.
19. Esquema unifilar SQ3: Taller sala darrere.
20. Esquema unifilar SQ4: Zona oficina tècnica de l'altell 1.
21. Esquema unifilar SQ3.1: Zona pati exterior

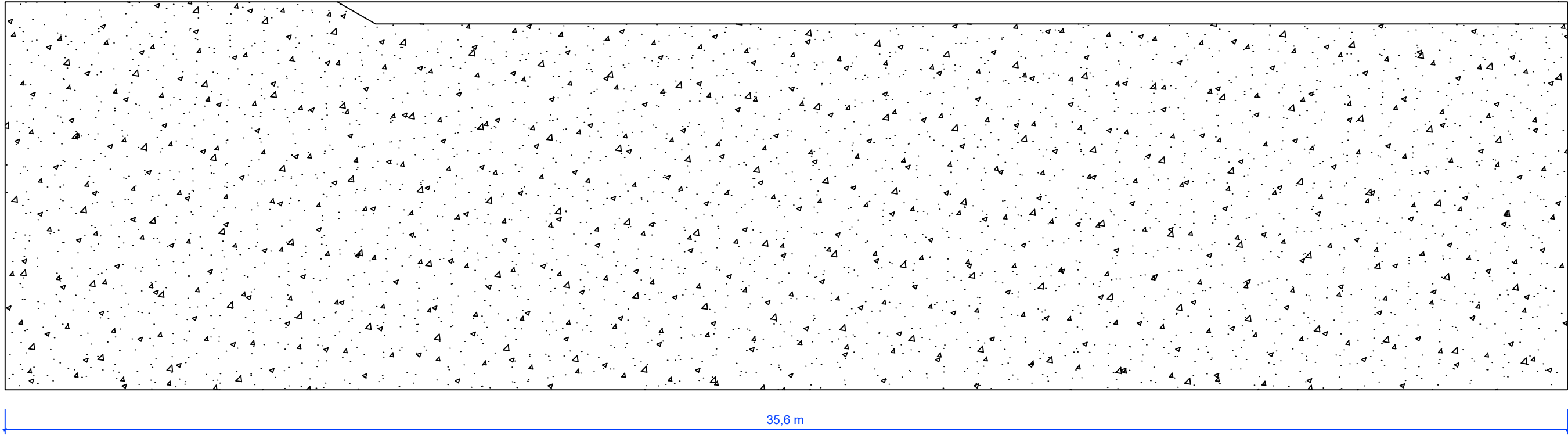
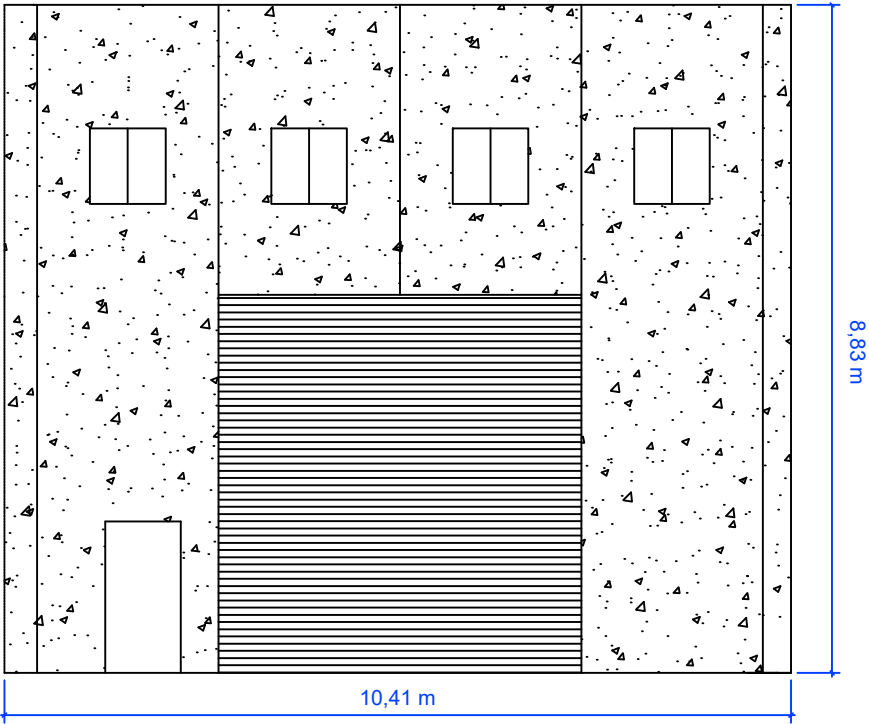



Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial			Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  <b>1</b>
Nom plànol: Situació			Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH		Escala: S/E	Observacions:	Data: 5/06/2018
	Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				

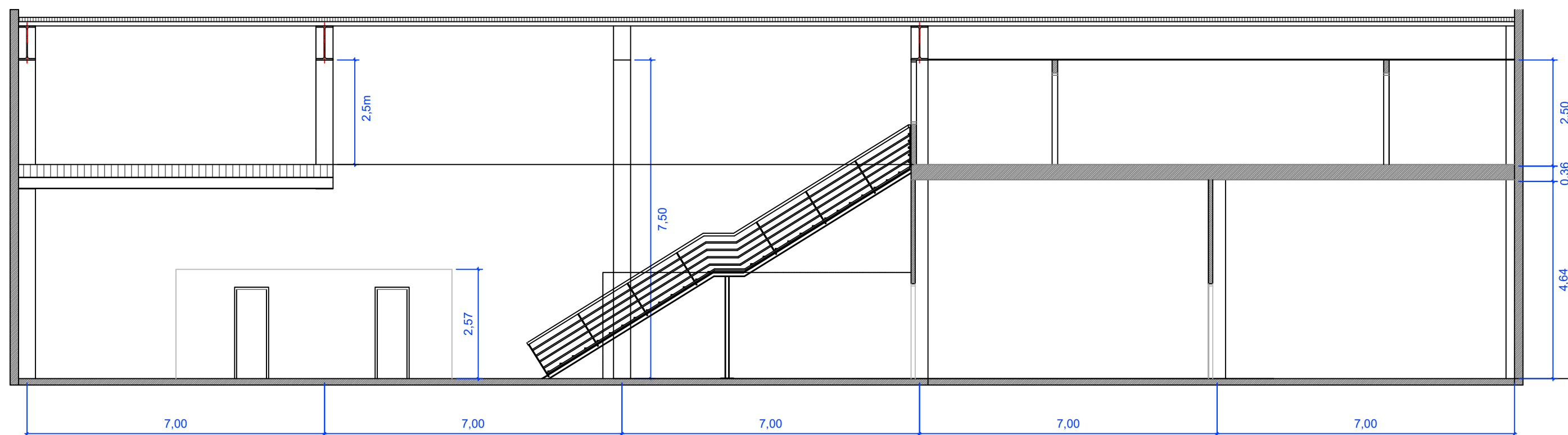





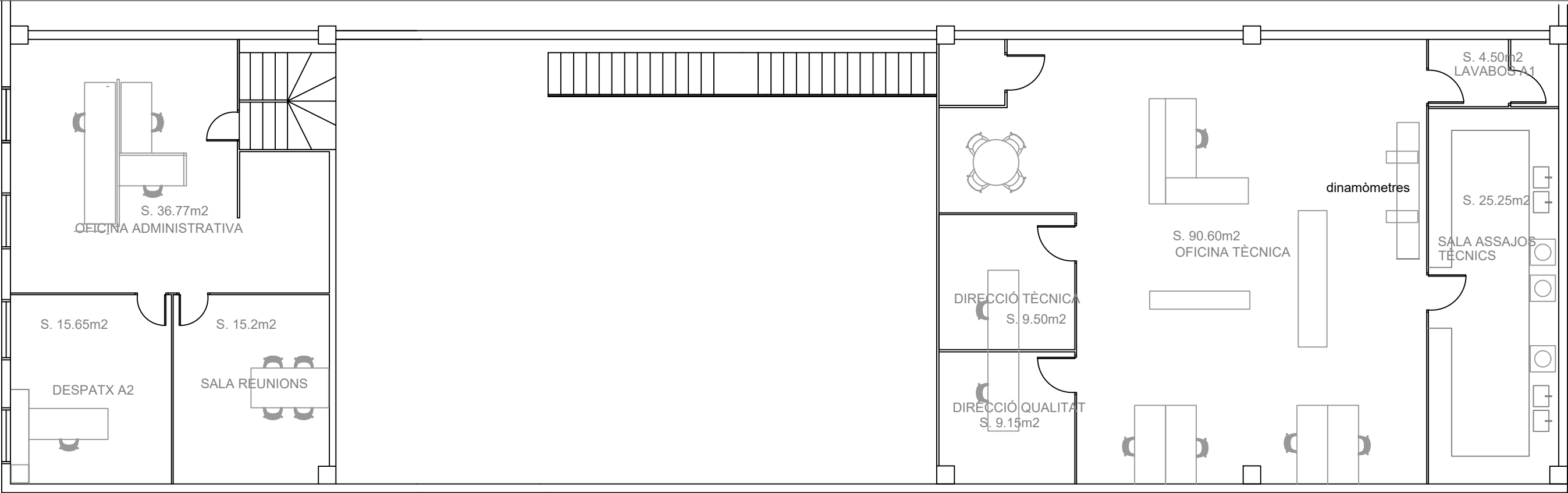
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  2
Nom plànol: Emplaçament de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>	Escala: 1/1000	Observacions:		Signatura:



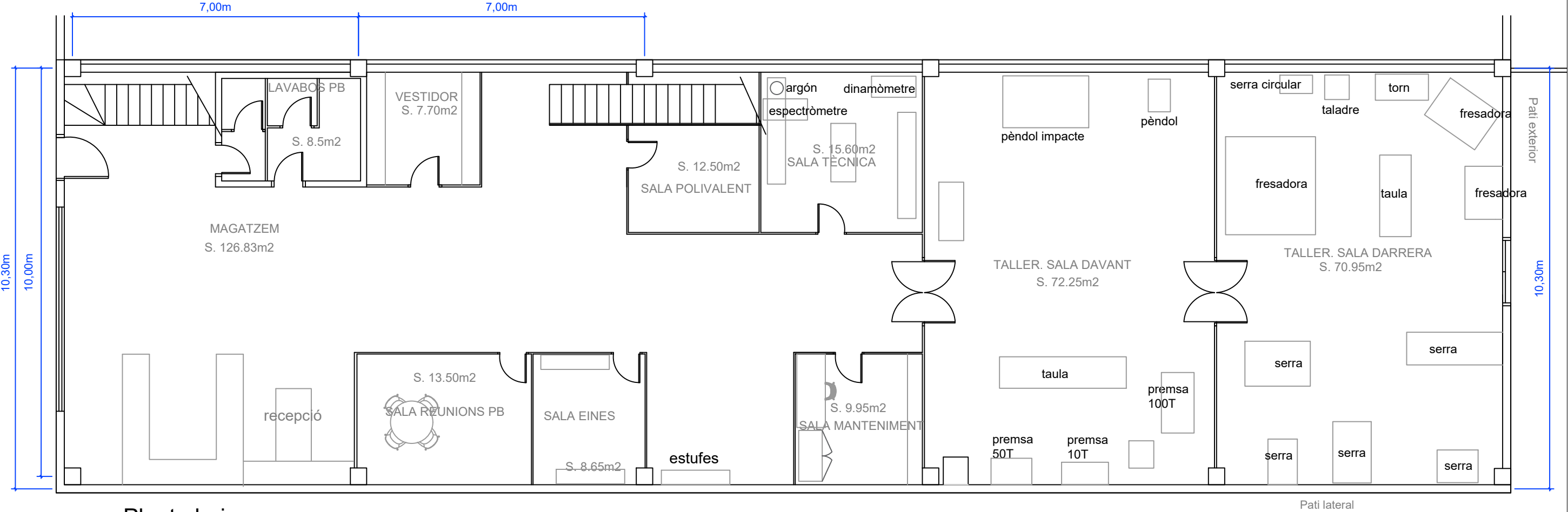
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  3
Nom plànol: Vista exterior amb cotes de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:




Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  4
Nom plànol: Secció del perfil amb cotes de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



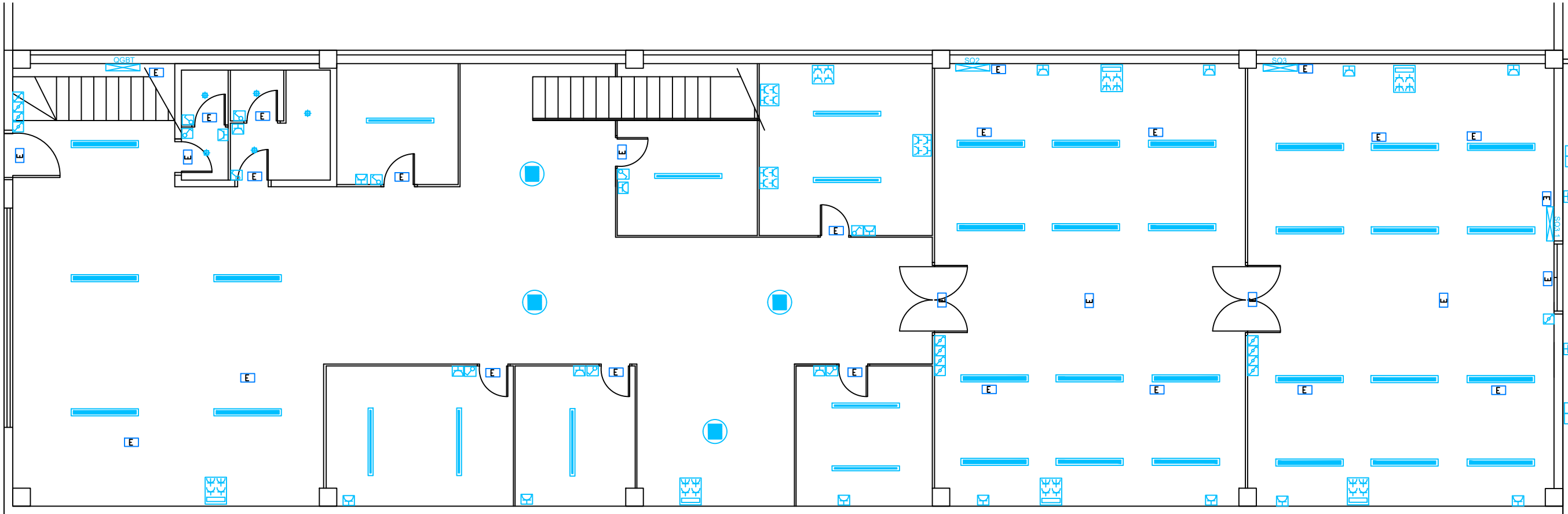
Planta altells




Planta baixa

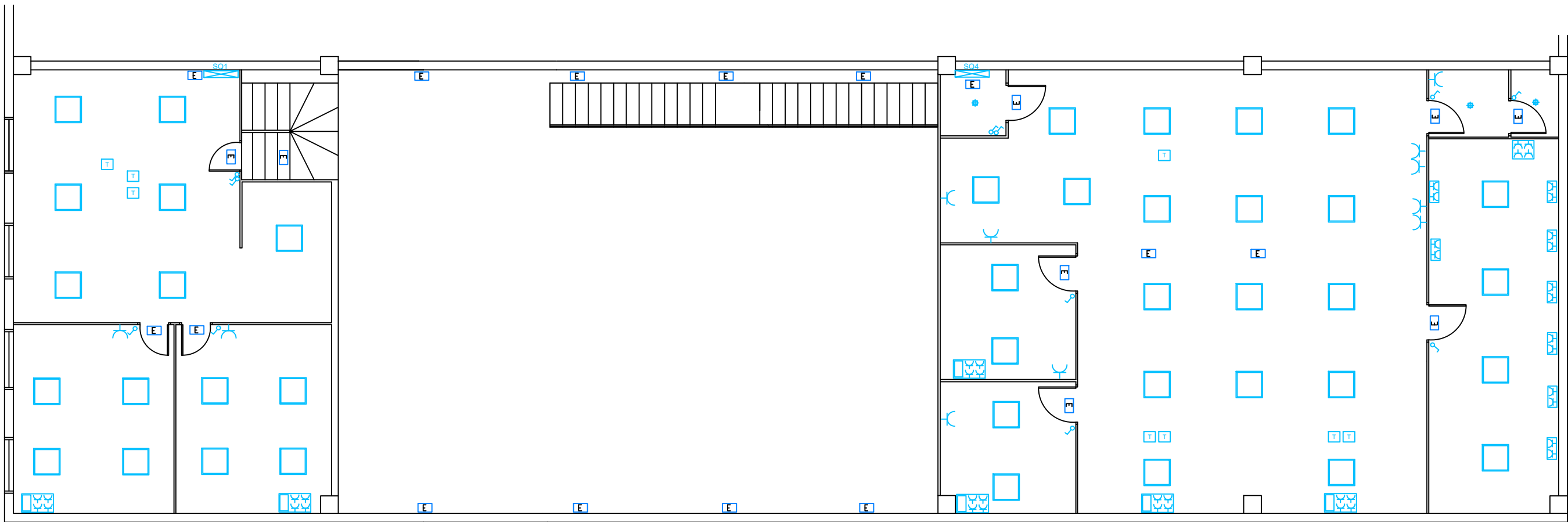
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial			Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <div>5</div>
Nom plànol: Cotes i distribució interior de la PB i altells de la nau industrial			Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>	Escala: 1/200	Observacions:		Data: 5/06/2018	Signatura:






LLEGGENDA ELECTRICITAT I ENLLUMENAT			
	Llum emergència		Presa de corrent 16 A Schuko Plexo
	Projector LED 50W/4000K/4500lm		Interruptor unipolar 10 A, Plexo
	Downlight LED 20W/4000K/1100lm		Interruptor unipolar 10 A, Simon 82
	Luminària LED SM534C PSD 1450 mm 44W/4000K/5000lm		Commutador unipolar 10 A, Plexo
	Panel LED 59,5x59,5cm 39W/4000K/4870lm		Caixa amb 4 preses de corrent 16 A Schuko Famatel
	Luminària LED SM150C 1440 mm 55W/4000K/6000lm		Caixa amb 4 preses de corrent 16 A Schuko Famatel
	Campana industrial LED BY121P G3 155W/4000K/20500lm		Caixa Cima 500 de 3 elements amb 2 preses de corrent 16 A Schuko dobles. Es preveu un espai per preses RJ-45 i RJ-11.
	Presa de corrent 16 A Schuko Simon 82		Caixa amb 2 preses de corrent 16 A Schuko, 1 presa trifàsica de 16 A i una presa trifàsica de 32 A i tipus Cetact.
			Caixa Cima 500 de 3 elements amb 2 preses de corrent 16 A Schuko dobles. Es preveu un espai per preses RJ-45 i RJ-11. Instal·lades a les taules de treball de l'altell 1 i 2

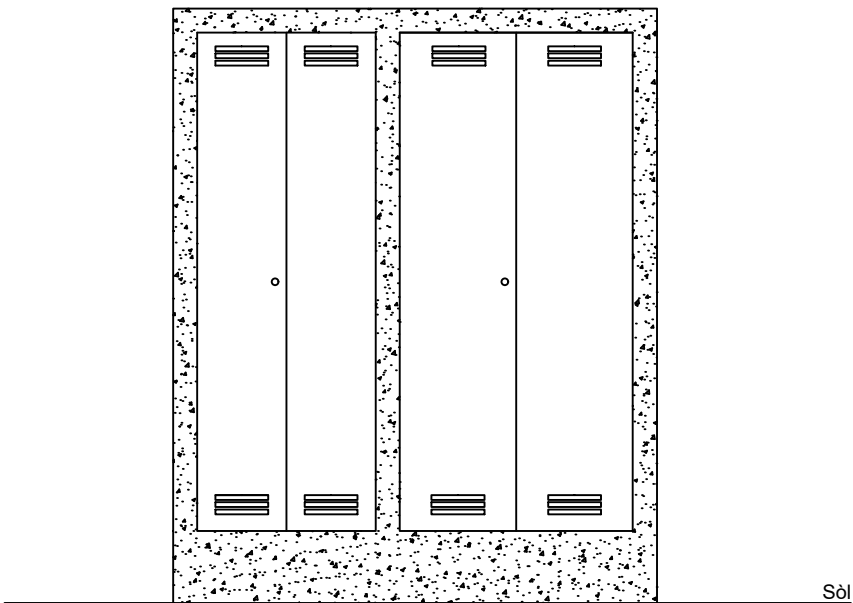
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  6
Nom plànol: Instal·lació elèctrica i enllumenat planta baixa de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



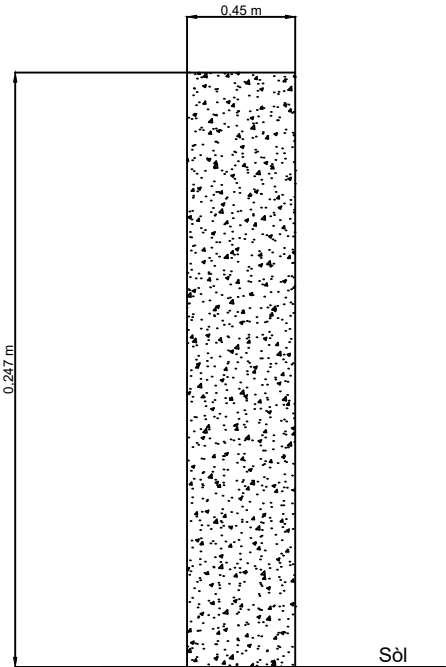
LLEGENDA ELECTRICITAT I ENLLUMENAT			
	Llum emergència		Presa de corrent 16 A Schuko Plexo
	Projector LED 50W/4000K/4500lm		Interruptor unipolar 10 A Plexo
	Downlight LED 20W/4000K/1100lm		Interruptor unipolar 10 A, Simon 82
	Luminària LED SM534C PSD 1450 mm 44W/4000K/5000lm		Commutador unipolar 10 A, Plexo
	Panel LED 59,5x59,5cm 39W/4000K/4870lm		Caixa amb 4 preses de corrent 16 A Schuko Famatel
	Luminària LED SM150C 1440 mm 55W/4000K/6000lm		Caixa amb 4 preses de corrent 16 A Schuko Famatel
	Campana industrial LED BY121P G3 155W/4000K/20500lm		Caixa Cima 500 de 3 elements amb 2 preses de corrent 16 A Schuko dobles. Es preveu un espai per preses RJ-45 i RJ-11.
	Presa de corrent 16 A Schuko Simon 82		Caixa amb 2 preses de corrent 16 A Schuko, 1 presa trifàsica de 16 A i una presa trifàsica de 32 A i tipus Cetact.
			Caixa Cima 500 de 3 elements amb 2 preses de corrent 16 A Schuko dobles. Es preveu un espai per preses RJ-45 i RJ-11. Instal·lades a les taules de treball de l'altell 1 i 2

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <div>7</div>
Nom plànol: Instal·lació elèctrica i enllumenat planta altells de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:

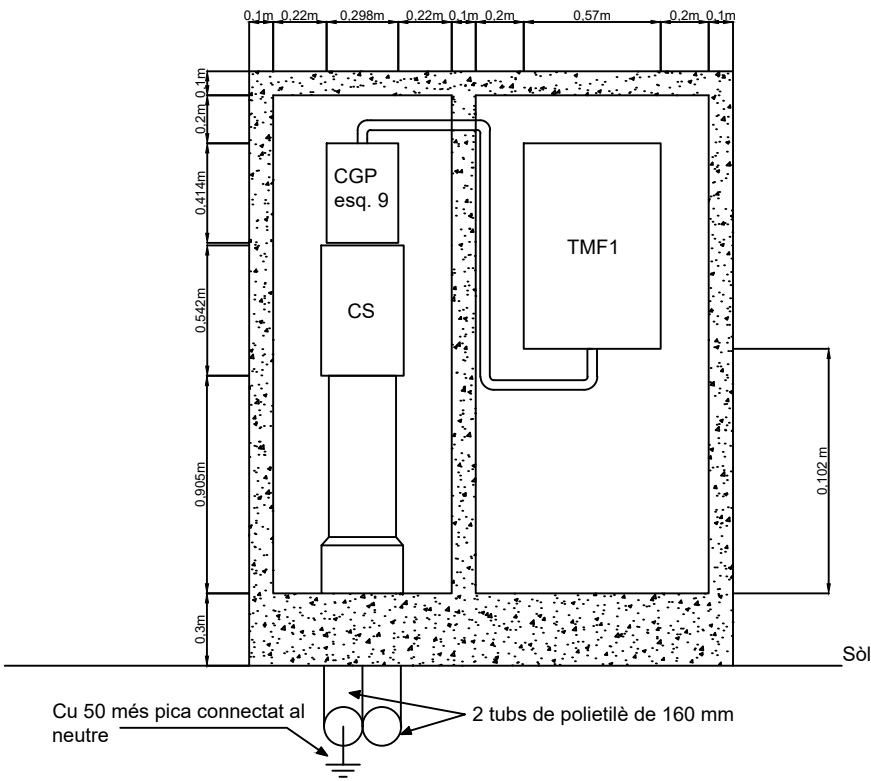
Vista exterior de l'armari de formigó que conté la CPM



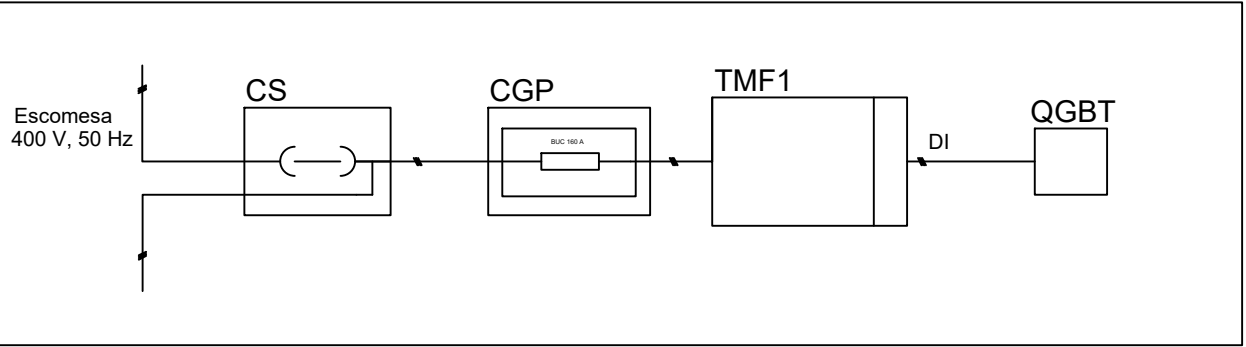
Perfil de l'armari de formigó que conté la CPM



Vista dels elements que formen la CPM situats dins l'armari




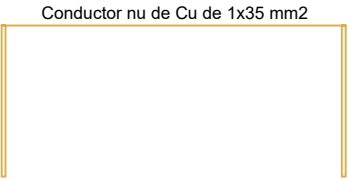
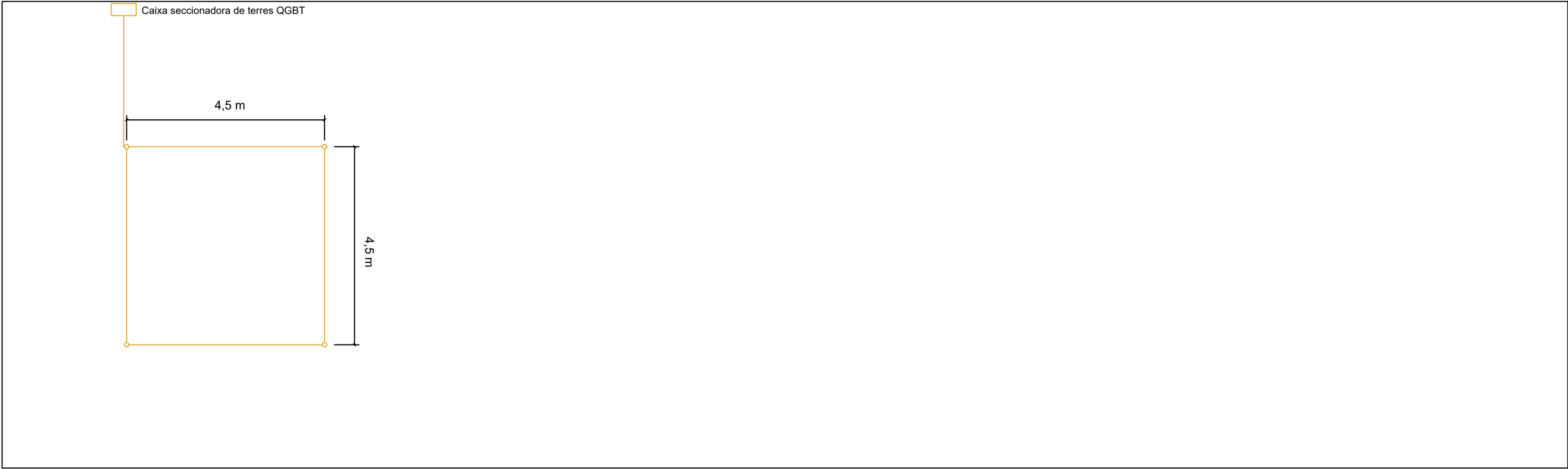
Esquema unifilar instal·lació d'enllaç




Element	Descripció	Referència
CGP	CGP esquema 9 fusibles gG 100 A	CGPC-9-160BUC/E
TMF1	TMF1 fusibles 100 A	CL-SI-TMF1
CS	Sortida a CGP part sup. i entrada part inf.	CGPC-400C BUC
Canal protectora	-	CA-250-400

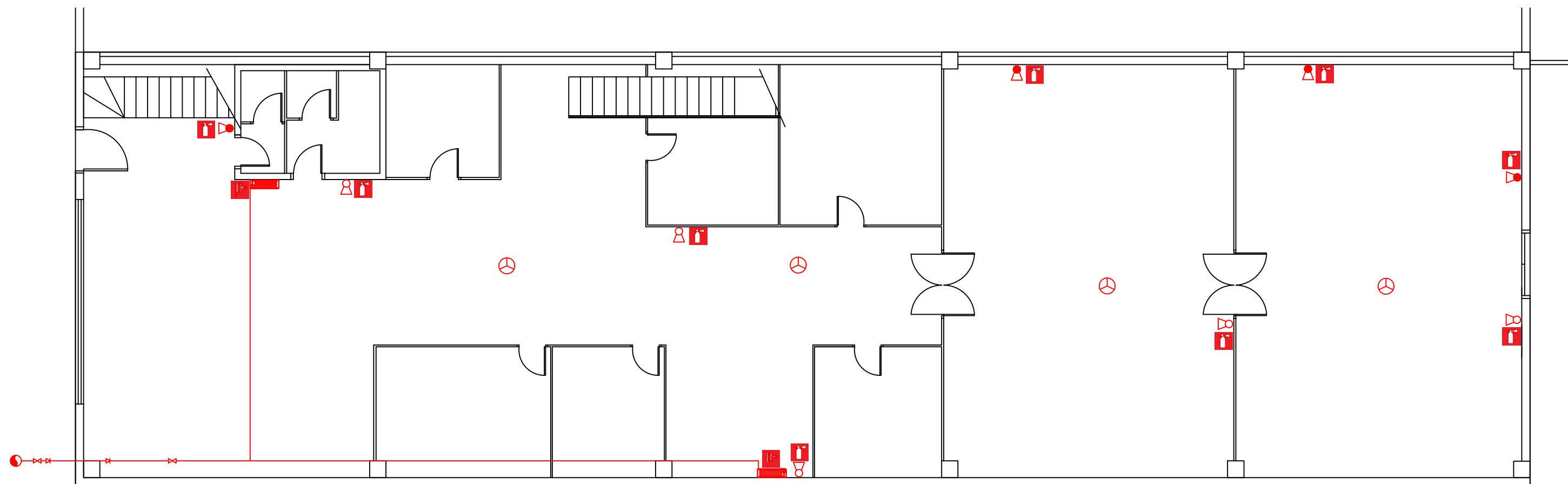
Consideracions:  
Tots els elements representats i de la taula es corresponen amb els del fabricant Claved.

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  8
Nom plànol: Representació de la CPM i esquema unifilar instal·lació d'enllaç		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: S/E	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:








Piques d'acer de 14 mm de diàmetre i 2 m de longitud

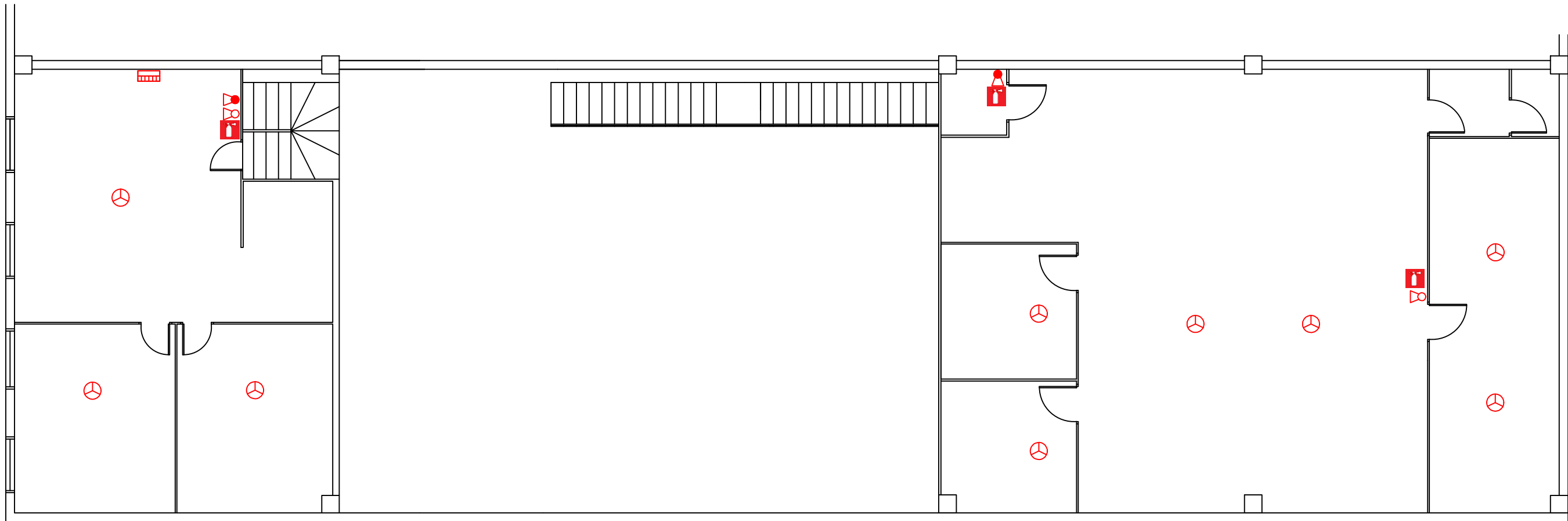
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <b>9</b>
Nom plànol: Instal·lació de la posta a terra		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



Planta baixa


LLEGENDA CI	
	Detector de fums
	Extintor CO2
	Extintor pols ABC
	BIE 25 mm
	Central convencional detecció d'incendis
	Canonada d'acer galvanitzat xarxa BIE
	Xarxa pública d'aigua
	Vàlvula de comporta oberta
	Vàlvula de retenció

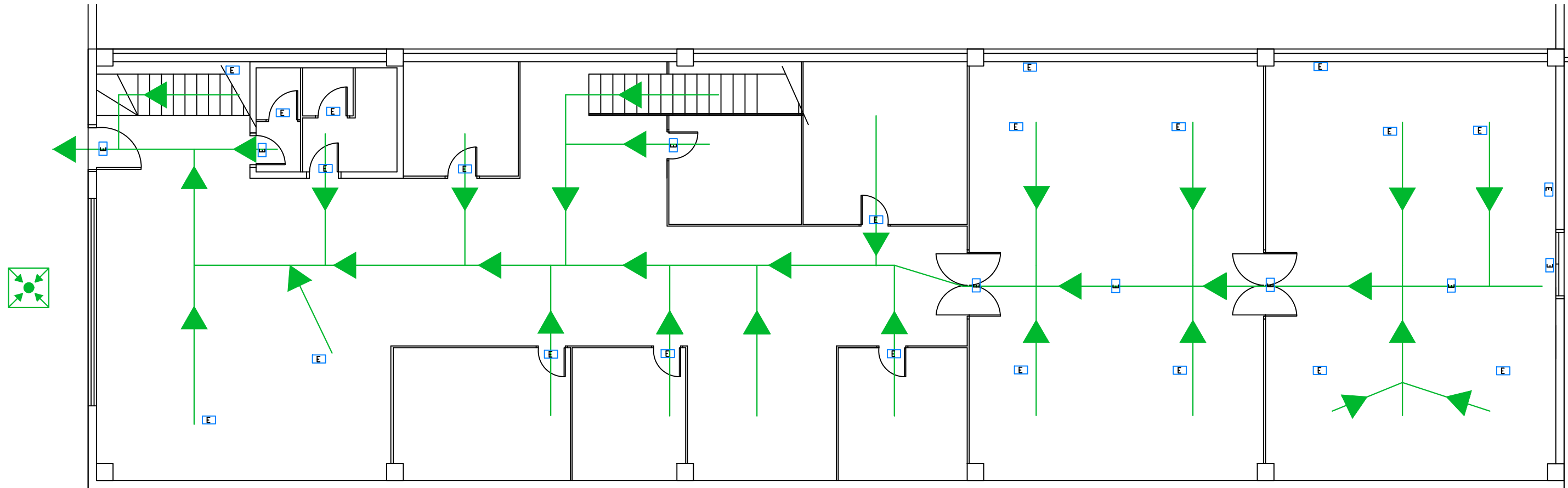
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  10
Nom plànol: Projecte contra incendis de la planta baixa de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala:	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



Planta altells

LLEGENDA CI	
	Detector de fums
	Extintor CO2
	Extintor pols ABC
	BIE 25 mm
	Central convencional detecció d'incendis
	Canonada d'acer galvanitzat xarxa BIE
	Xarxa pública d'aigua
	Vàlvula de comporta oberta
	Vàlvula de retenció

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <b>11</b>
Nom plànol: Projecte contra incendis de la planta altells de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



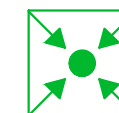
## LLEGENDA EVACUACIÓ

E

Llum emergència



Recorregut evacuació



Punt de reunió

Títol projecte:  
Instal·lacions d'una nau industrial

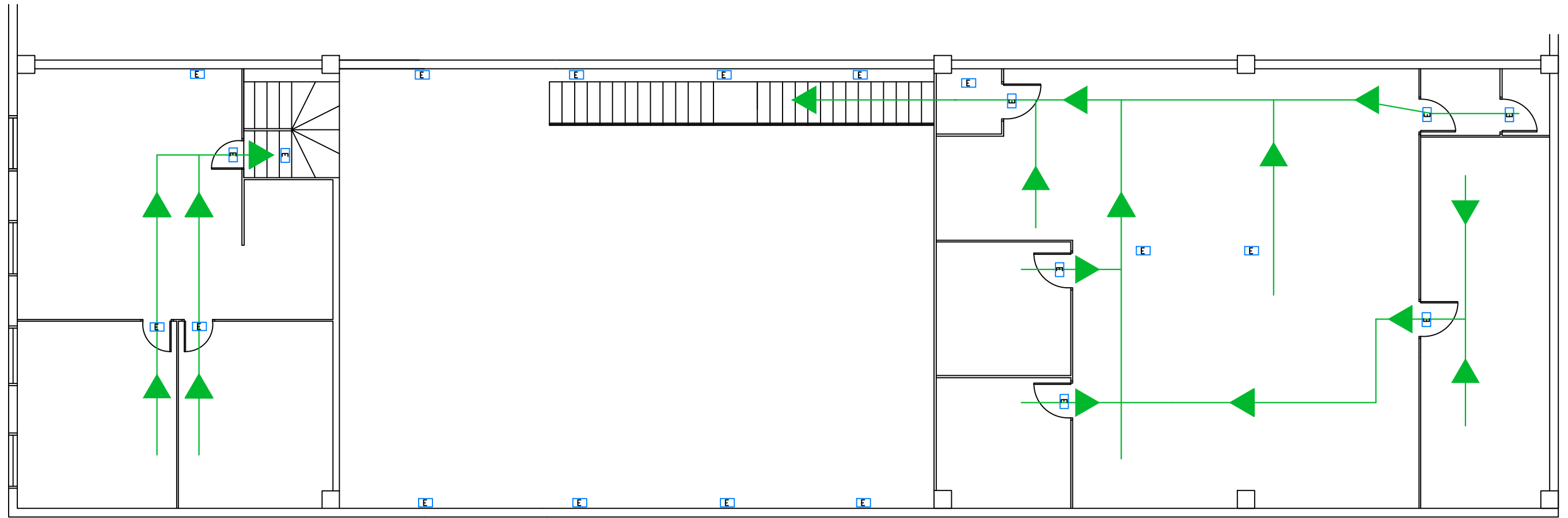
Dibuixat per:  
Ferran Nogués Grangé



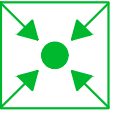
Nº plànol:  
**12**


Nom plànol:  
Evacuació planta baixa de la nau industrial

Comprovat per:  
Juan Antonio García-Alzórriz

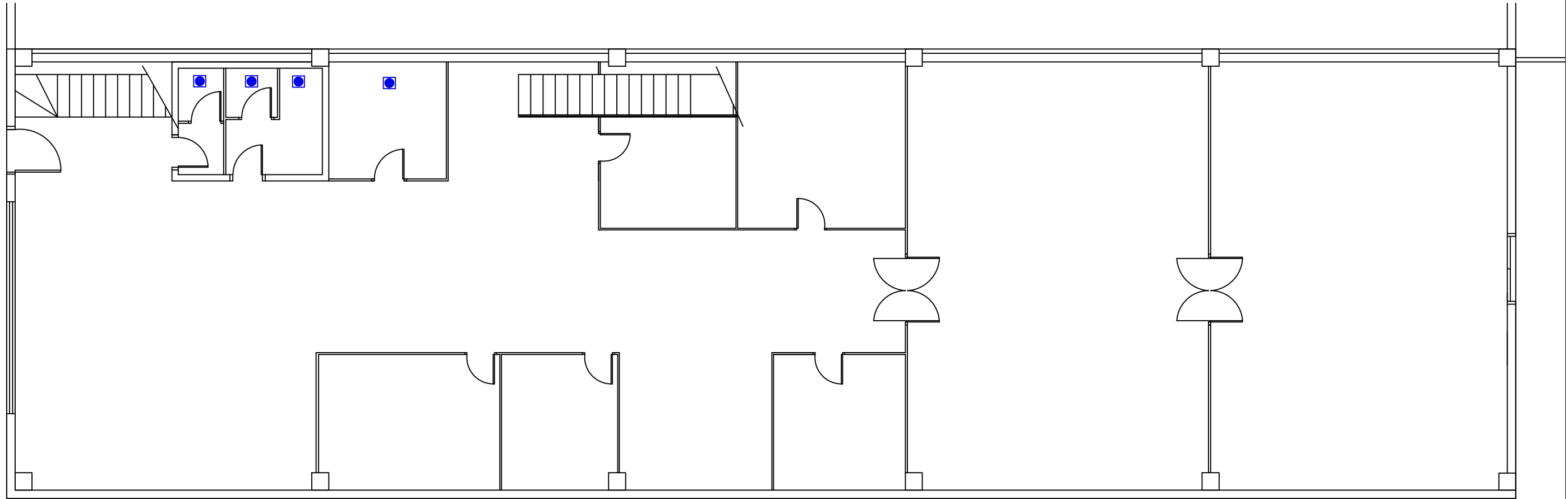
Signatura:



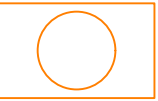






LLEGENDA EVACUACIÓ	
	Llum emergència
	Recorregut evacuació
	Punt de reunió

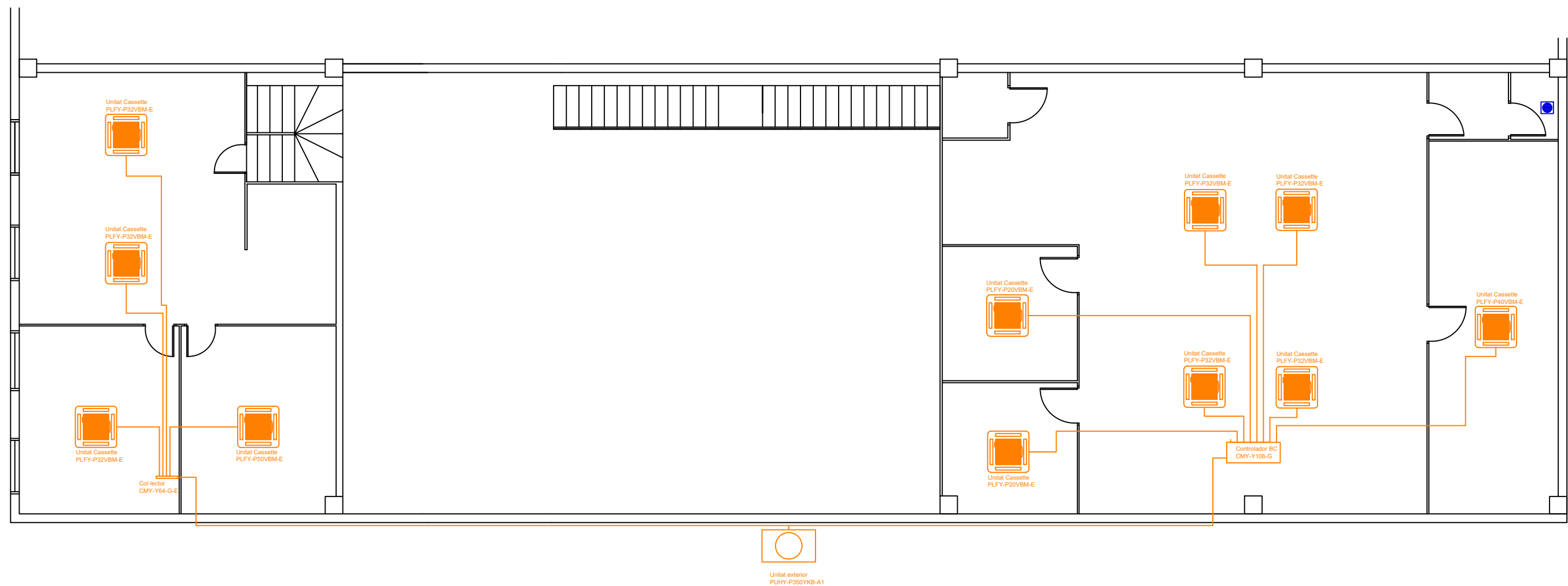
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  <b>13</b>
Nom plànol: Evacuació planta attells de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:











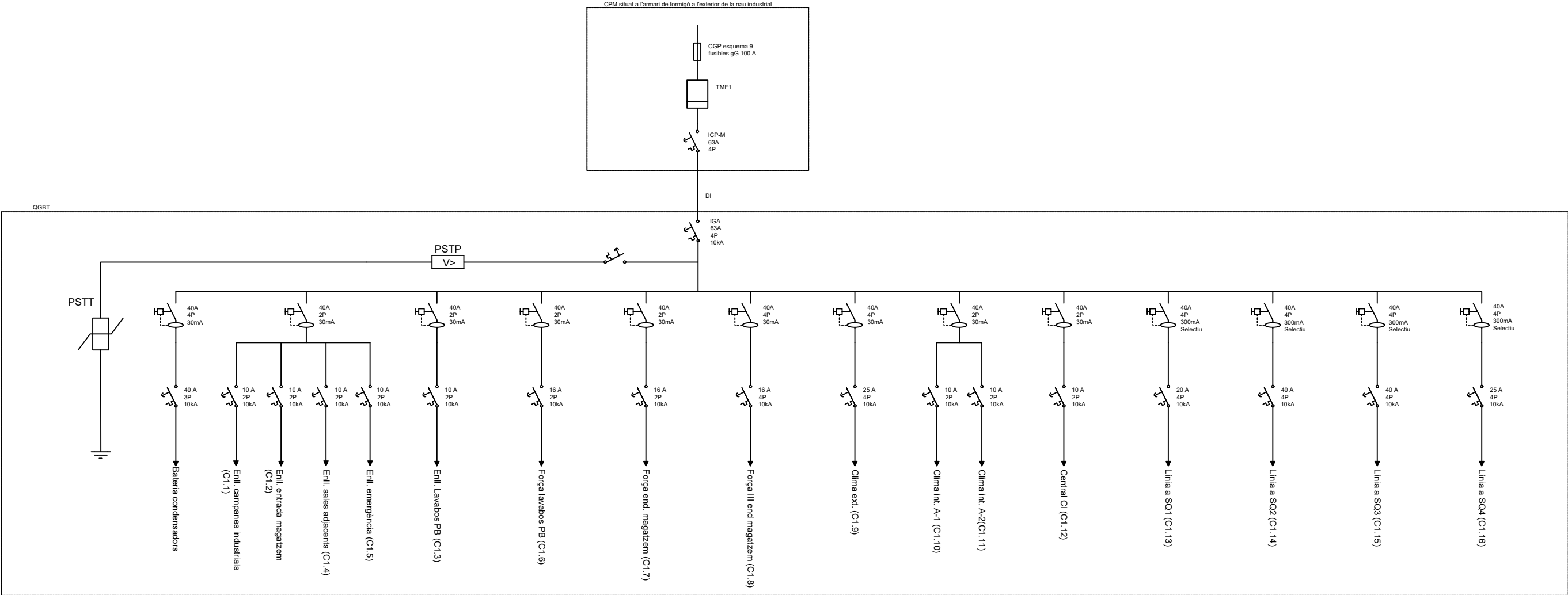
LLEGENDA VENTILACIÓ	
	Extractor EDM 80 N
LLEGENDA CLIMATITZACIÓ	
	Unitats interiors Cassette
	Unitat exterior PUHY-P350YKB-A1
	Tub frigorífic coure
	Col·lector CMY-Y64-G-E
	Controlador BC CMY-Y108-G

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <b>14</b>
Nom plànol: Instal·lació de ventilació i climatització de la PB de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:




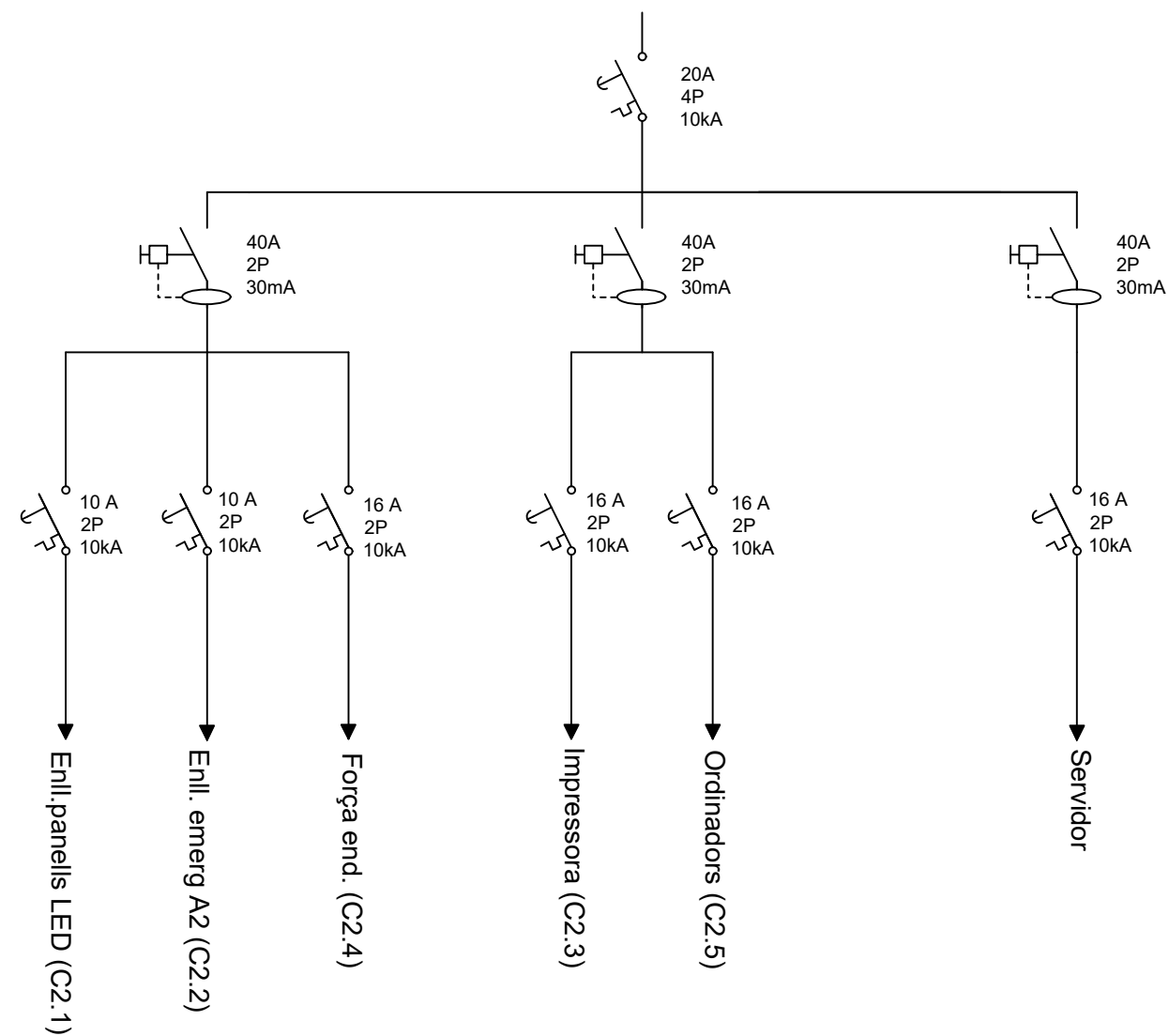
LLEGENDA VENTILACIÓ	
	Extractor EDM 80 N
LLEGENDA CLIMATITZACIÓ	
	Unitats interiors Cassette
	Unitat exterior PUHY-P350YKB-A1
	Tub frigorífic coure
	Col·lector CMY-Y64-G-E
	Controlador BC CMY-Y108-G

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol: <div>15</div>
Nom plànol: Instal·lació de ventilació i climatització dels attells de la nau industrial		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div></div>	Escala: 1/100	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:

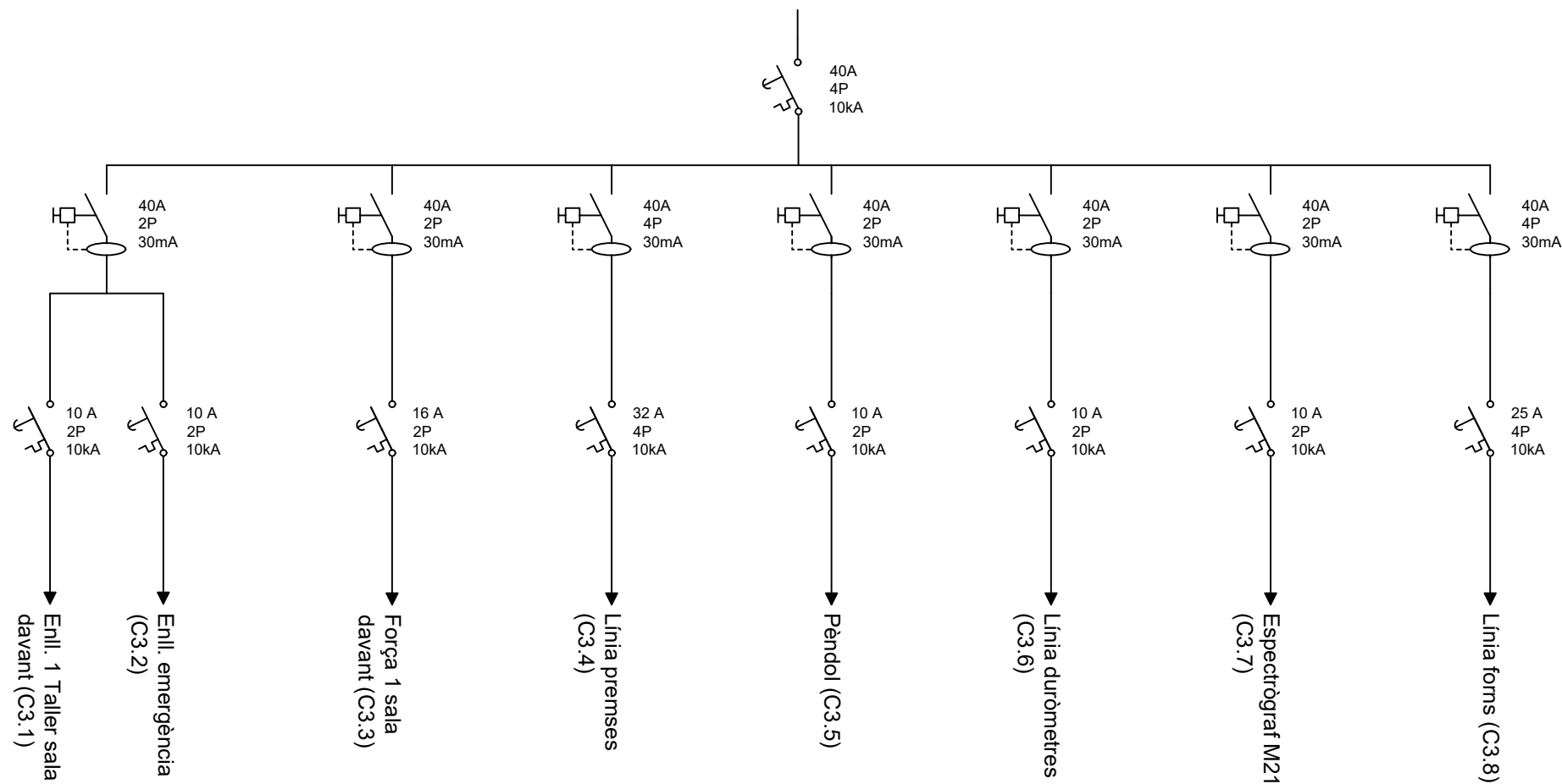


Nº circuit	C1.1	C1.2	C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C1.7	C1.8	C1.9	C1.10	C1.11	C1.12	C1.13	C1.14	C1.15	C1.16
Línia	Enll. campanes industrials	Enll. entrada magatzem	Enll. lavabos PB	Enll. sales adjacents	Enll. emergència	Força lavabos PB	Força endolls magatzem	Força III endolls magatzem	Clima màquina exterior	Clima màquines interiors A-1	Clima màquines interiors A-2	Central detecció d'incendis	Línia a SQ1	Línia a SQ2	Línia a SQ3	Línia a SQ4
Potència	620 W	275 W	110 W	396 W	132 W	431 W	431W	1294 W	13138 W	275 W	163 W	65 W	3784 W	25937 W	27607 W	14893 W
Intensitat	3,0A	1,3 A	0,5 A	1,9 A	0,6 A	2,2 A	2,2 A	2,2 A	22,3 A	1,4 A	0,8 A	0,3 A	5,5 A	37,4 A	39,8 A	21,5 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic	Trifàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic
Secció	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	6 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	4 mm2	10 mm2	10 mm2	6 mm2
Longitud	35 m	18 m	12 m	46 m	38 m	21 m	21 m	56 m	30 m	34 m	32 m	6 m	10 m	22 m	30 m	27 m

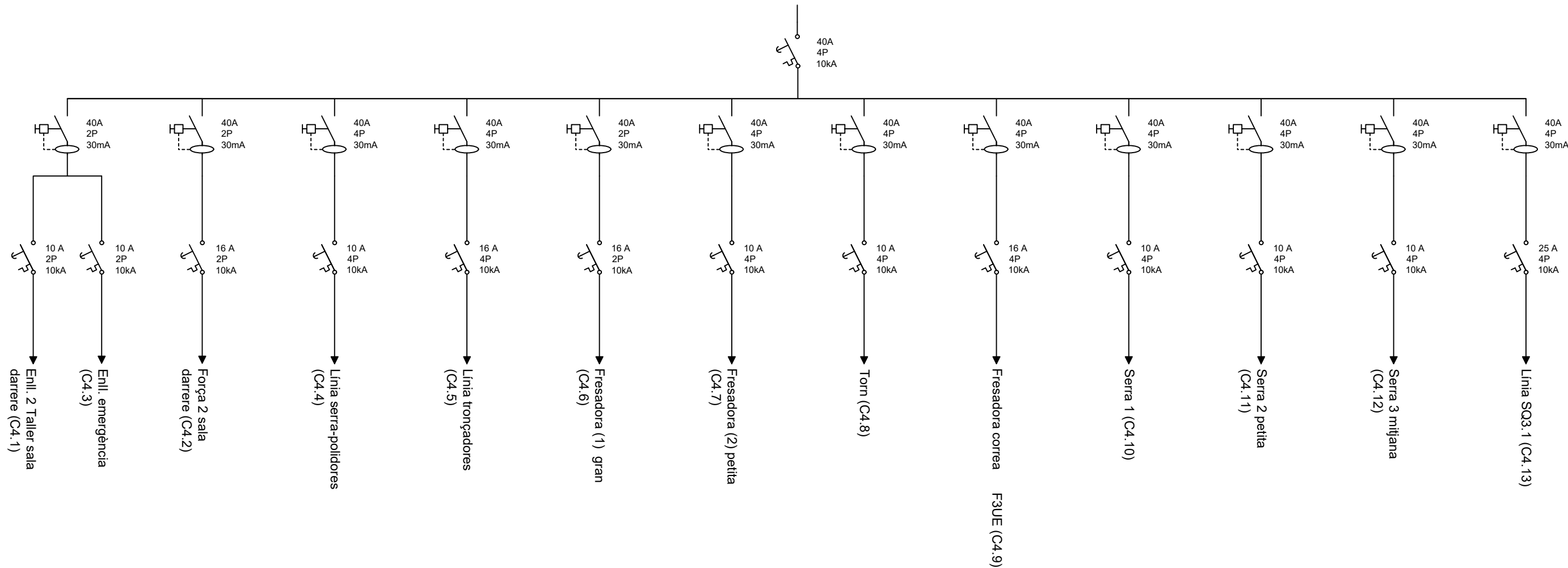
Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  16
Nom plànol: Esquema unifilar instal·lació d'enllaç i QGBT		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: S/E	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura:



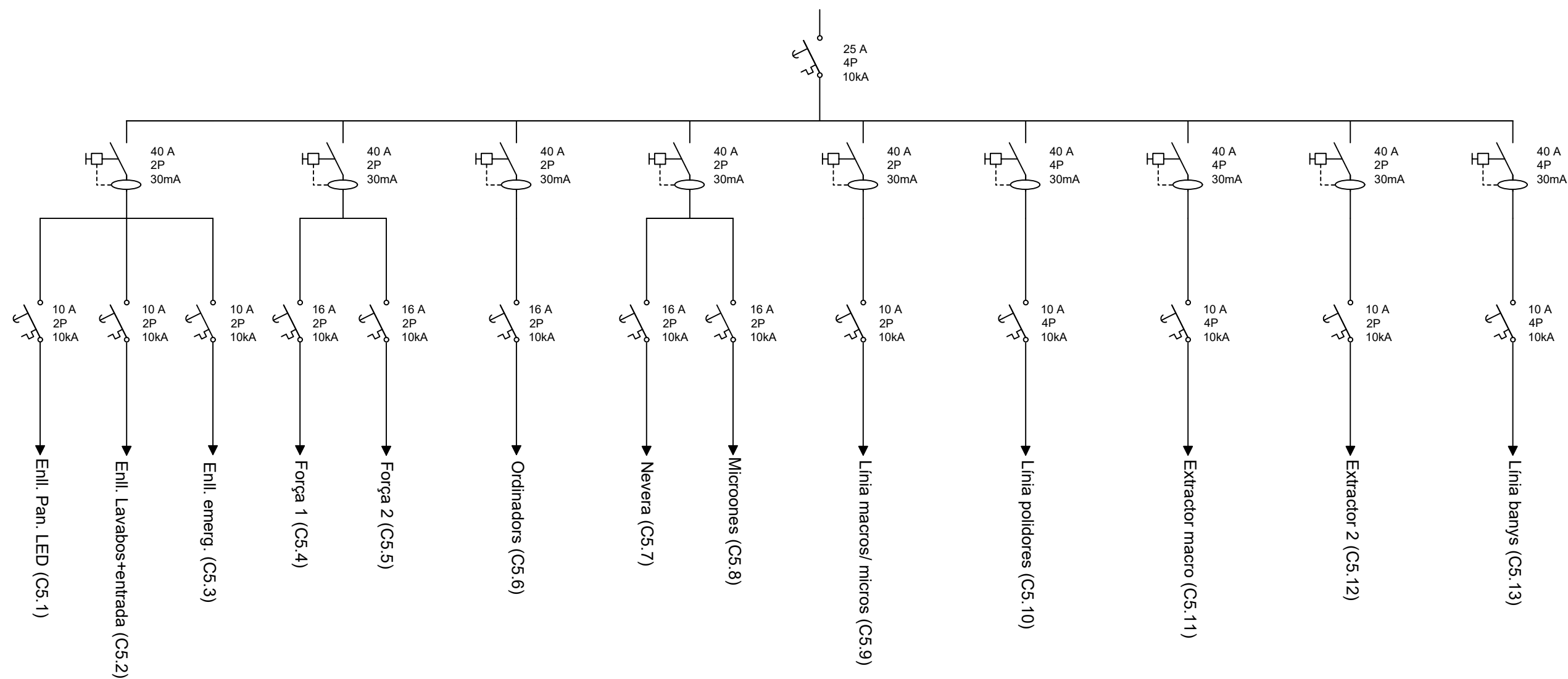
Nº circuit	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C2.6
Línia	Enll. pan. LED	Enll. emergència	Impressora	Força endolls	Ordinadors	Servidor
Potència	585 W	30 W	313 W	1294 W	938 W	625 W
Intensitat	2,8 A	0,1 A	1,6 A	6,6 A	4,8 A	3,2 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic
Secció	1,5 mm2	1,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2
Longitud	28 m	24 m	21 m	26 m	35 m	8 m



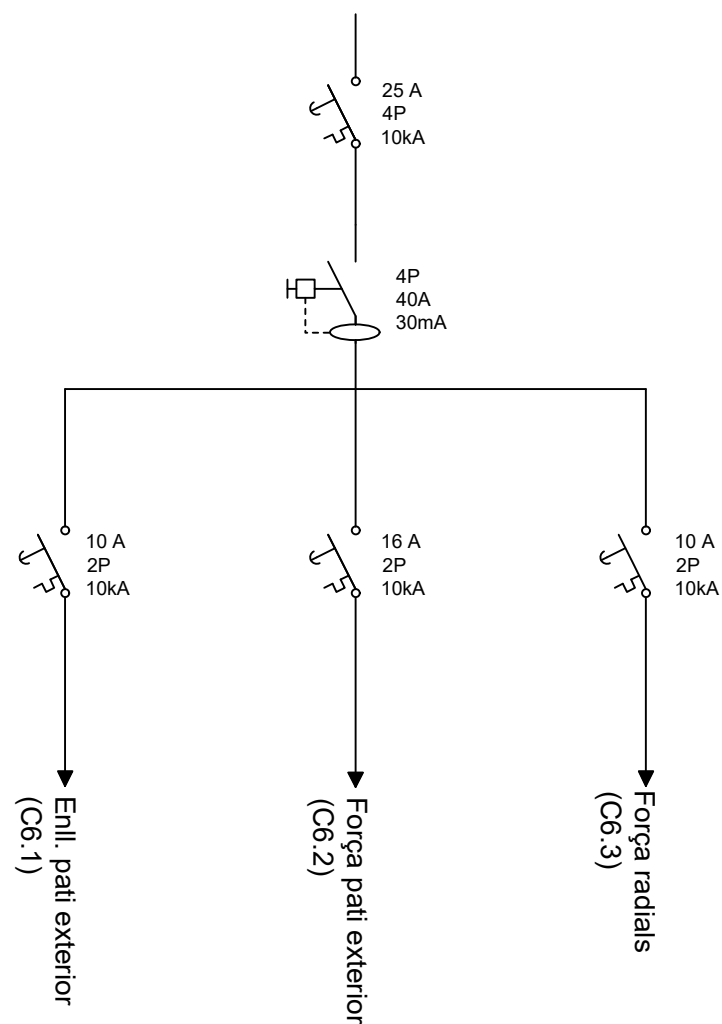
Nº circuit	C3.1	C3.2	C3.3	C3.4	C3.5	C3.6	C3.7	C3.8
Línia	Enll. 1 Taller sala davant	Enll. emergència	Força 1 sala davant	Línia premses	Pèndol	Línia duròmetres	Espectrògraf M21	Línia forns
Potència	660 W	42 W	1294 W	16000 W	375 W	500 W	650 W	12900 W
Intensitat	3,2 A	0,2 A	6,6 A	27,2 A	1,9 A	2,6 A	3,3 A	21,9 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic
Secció	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	6 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	4 mm2
Longitud	36 m	18 m	27 m	11 m	14 m	34 m	28 m	21 m




Nº circuit	C4.1	C4.2	C4.3	C4.4	C4.5	C4.6	C4.7	C4.8	C4.9	C4.10	C4.11	C4.12	C4.13
Línia	Enll. 2 Taller sala darrere	Força 2 sala darrere	Enll. emergència	Línia serra-polidores	Línia tronçadores	Fresadora (1) gran	Fresadora (2) petita	Torn	Fresadora correa F3UE	Serra 1	Serra 2 petita	Serra 3 mitjana	Línia a SQ3.1
Potència	660 W	1294 W	54 W	4313 W	6125 W	2750 W	3000 W	5813 W	6900 W	3125 W	1375 W	2625 W	1406 W
Intensitat	3,2 A	6,6 A	0,3 A	7,3 A	10,4 A	14,1 A	5,1 A	9,9 A	11,7 A	5,3 A	2,3 A	4,5 A	2,0 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic	Trifàsic	Monofàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic	Trifàsic
Secció	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	2,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	2,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	4 mm2
Longitud	36 m	27 m	21 m	12 m	15 m	8 m	14 m	11 m	19 m	18 m	17 m	16 m	9 m



Nº circuit	C5.1	C5.2	C5.3	C5.4	C5.5	C5.6	C5.7	C5.8	C5.9	C5.10	C5.11	C5.12	C5.13
Línia	Enll. pan. LED	Enll. Lavabos i entrada	Enll. emergència	Força 1	Força 2	Ordinadors	Nevera	Microones	Línia macros/ micros	Línia polidores	Extractor macro	Extractor 2	Línia banys
Potència	975 W	66 W	54 W	1294 W	1294 W	1250 W	375 W	1250 W	1085 W	2625 W	875 W	375 W	3375 W
Intensitat	4,7 A	0,3 A	0,3 A	6,6 A	6,6 A	6,4 A	1,9 A	6,4 A	5,5 A	4,5 A	1,5 A	1,9 A	5,7 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic	Trifàsic	Trifàsic	Monofàsic	Trifàsic
Secció	2,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	2,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2	1,5 mm2
Longitud	30 m	25 m	34 m	36 m	36 m	27 m	16 m	16 m	34 m	22 m	25 m	25 m	22 m



Nº circuit	C6.1	C6.2	C6.3
Línia	Enll. pati exterior	Força pati exterior	Força radials
Potència	100 W	431 W	875 W
Intensitat	0,5 A	2,2 A	4,5 A
Tipus	Monofàsic	Monofàsic	Monofàsic
Secció	1,5	2,5	1,5
Longitud	12 m	21 m	25 m

Títol projecte: Instal·lacions d'una nau industrial		Dibuixat per: Ferran Nogués Grangé		Nº plànol:  21
Nom plànol: Esquema unifilar SQ3.1: Zona pati exterior		Comprovat per: Juan Antonio García-Alzórriz		
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Escala: S/E	Observacions:	Data: 5/06/2018	Signatura: